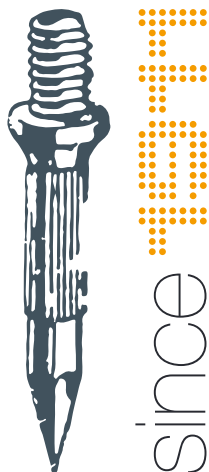




Kaablikandesüsteemide juhend

Süsteemi valik, paigaldustingimused, standardid



Aastatepikkune kogemus

OBO Bettermann on elektripaigaldiste tooteid ja lahendusi arendanud üle 100 aasta. Kaablikandesüsteemide valdkonna lahendused on alati olnud meie fookuses. Oma aastatepikkuse kogemusega oleme selles valdkonnas üks juhtivaid tootjaid.

Partnersuhe kliendiga on OBO jaoks esmatähtis ning OBO töötajad pakuvad tuge projekti igas etapis toodete, paigaldus- või projekteerimisalaste küsimuste osas. Selle põhjuseks on asjaolu, et OBO mitte ainult ei paku oma klientidele tooteid ja lahendusi, mis toimivad üheskoos ja kujutavad endast täiuslikku süsteemi nende tööstuspaigaldiste jaoks, vaid seisame ka nende kõrval kompetentse ja asjatundliku partnerina.

Innovatsioon kui ettevõtte juhtpõhimõte

Innovatsioon on lahutamatu osa OBO identiteedist, sellisel määral, et see kajastub isegi meie nimes. Nime sai firma oma ajal OBO tüübli järgi: kuni 1952. aastani ei saanud teisiti, et kui tahtsid seina tüübli paigaldada, tuli selleks puurida auk. Kuid OBO insenerid ei leppinud sellega ja töötasid välja metallist tüübli, mille saab lihtsalt, ilma puurimata, seina lüüa. See oli tõeline uuendus tolle aja kohta. OBO – ohne Bohren, st ilma puurimata – sai osaks meie nimest.

Sellest leiutisest on möödunud üle poole sajandi. Kuid OBO uuendusmeelsus on säilinud ja kajastub jätkuvalt igas meie praeguseks enam kui 30 000-des tootes.



OBO kaablikandesüsteemid

Meie tooted Teie projekti jaoks

Kaablikandesüsteemide arendamisel on meie jaoks kolm eriti olulist atribuuti: tõhusus, vastupidavus ja ohutus.

Meie kaablikandesüsteemid kuuluvad tööstusliku paigalduse rakendusvaldkonda ja järgnev kehtib kõikide tööstuses kasutatavate toodete kohta: Need peavad vastu pidama nii erinevatele ilmastiku- ja keskkonnatingimustele kui ka mehaanilistele koormustele.

Erinevate tööstuskeskkonnas ettetulevate paigaldusprobleemide korral pakub OBO usladusväärseid lahendusi nii kaablite kui ka juhtmete ohutuks paigaldamiseks ja kinnitamiseks.

Kaablikandesüsteemide juhend

Kaablikandesüsteemide omadused	4
Terminoloogia	5
Korrosioon ja korrosioonitõrje	6
Pinnakatted	7
Materjalid	10
Korrosioonikategooriad vastavalt standardile DIN EN ISO 12944-2:2018	11
Tüüpilised keskkonnad ja soovitatavad pinnakatted/materjalid	12
Süsteemi valimine	14
Paigaldussüsteemid	15
Kaablirennisüsteemid	15
Korvrennisüsteemid	15
Kaabliredelisüsteemid	15
Süsteemi rakendamine	15
Õige süsteemi valimine	16
Paigaldustingimused	24
Poltide pingutusmomendid	25
Meeterkeermega terasest poltide pingutusmomendid	25
Meeterkeermega roostevabast terasest poltide pingutusmomendid	25
Tootestandardi IEC 61537:2006 koormusväärtused	26
Terminid	27
Üldnõuded	27
Märgistus ja dokumentatsioon	27
Klassifikatsioon	28
Mehaanilised koormustestid ohutu töökoormuse (SWL) määramiseks	29
Kanduritega komplekteeritud profiilide ohutu paigaldamine	32
Deklaratsioonid	34
Sertifikaadid	35
VDE-märgiste kasutamise luba	35
UL sertifikaat	35
Underwriters Laboratories (UL) ja Canadian Standards Association (CSA Group)	36
EPD Environmental Product Declaration	36
Ohutuse seisukohalt oluliste elektrisüsteemide toimepidevuse tagamine	36
Integreeritud toimepidevusega kaablisüsteemid	37
DIN 4102 osa 12: Sisu ja nõuded	37
VDE 0100 maandus: definitsioon, õiguslikud ja normatiivsed alused	37
Rahvusvahelised standardid	38
EÜ vastavusdeklaratsioonid	39
EMÜ - varjestuse sumbumus	40
Üldinfo	41
Magnetiline varjestuse sumbumus	42
Kokkuvõte	43
Meie kasutajatuugi Teie projektile	44
OBO Academy: Põhialustest kuni konkreetse rakenduseni välja	45
OBO Construct – projekteerimistarkvara ja toote konfiguraatorid	46
OBO klienditeenindus	47

1. Kaablikandesüsteemide omadused

1.1 Terminoloogia	5
1.2 Korrosioon ja korrosioonikaitse	6
1.3 Pinnakatted	7
1.4 Materjalid	10
1.5 Korrosioonikategooriad vastavalt standardile DIN EN ISO 12944-2:2018	11
1.6 Tüüpilised keskkonnad ja soovitatavad pinnakatted/materjalid	12

1.1 Terminoloogia

Ühise aluse loomiseks võetakse tavaliselt kasutusele termine ühtne definitsioon. See on oluline, selleks, et standardi teksti järgmistes punktides täpselt mõista. Siin on lühidalt lahti seletatud olulisemad terminid.

Vastavalt standardile DIN EN 61537 kasutatakse kaablikandesüsteemi kaablite ja/või juhtmete toestamiseks ja paigutamiseks. Süsteem võimaldab kasutada elektrimaterjale elektripaigaldistes ja/või sidesüsteemides. Lisaks saab kaablikandesüsteemi kasutada kaablite või juhtmete eraldamiseks ja grupeerimiseks. Kaablikandesüsteemid paigaldatakse kas lakke, seintele või põrandatele.

Kaablikandesüsteemi materjaliks on tavaliselt kas teras või roostevaba teras. Parema korrosioonikaitse tagamiseks saab kasutada erinevaid tsingitud pindu.

Kaablikandesüsteem koosneb kaabliteedest ja süsteemikomponentidest, nagu kaabliteede lisadetailid ehk liitmikud, tugielemendid, kinnitusdetailid ja süsteemitarvikud. Põhimõtteliselt saab kaabliteid ja lisadetaile kujundada kas kaablirennidena, kaabliredelidena või korvrennidena, kuhu paigaldatakse kaablid ja juhtmed.

Liitmike abil saab muuta ühelt poolt paigaldamise suunda horisontaalselt või vertikaalselt, teiselt poolt aga muuta ka kõrgust või laiust. Selle praktilised näited on horisontaalsed või vertikaalsed poognad, T-hargmikud, rishargmikud, üleminekud, aga ka otsatükid.

Tugielement seevastu on ette nähtud eelnevalt kirjeldatud kaabliteede ja liitmike mehaaniliseks toestamiseks ning nende ühendamiseks ehituskonstruktsiooniga, näiteks lae-, seina-, põranda- või terastalaga. Tugielementideks on näiteks seina- ja profiilikandurid, riputusprofiilid ja keskkandurid.

Kinnitustarvikuid kasutatakse detailide kinnitamiseks või paigaldamiseks kaablikandekonstruktsioonide ja liitmike külge. Näiteks kasutatakse sageli nii haru- kui ka seadme-karpide paigaldamiseks montaažiplaate.

Standard määratleb lisadetailidena selliseid komponendid nagu eraldusriiulid, kaaned või kaablikaitserõngad.



Kaabliteed

Kaablirennid, korvrennid
või kaabliredelid

Lisadetailid muudavad suunda või mõõdet

Poogen, T-hargmik, rishargmik

Tugikonstruktsioonid

Seina- ja profiilikandur,
ripp-profiil, keskkandur

Standardi kohaselt on välismõjud defineeritud kui vee, õli, ehitusmaterjalide, söövitavate või saastavate ainete olemasolu. Standardis ei ole määratletud muid väliseid mehaanilisi mõjutegurid, nagu näiteks lumi, tuul ja teised keskkon-nategurid. Antud lisakoormusi, nagu tuul, lumi ja vesi, peab paigaldaja iga ehitusprojekti puhul eraldi hindama.

Tugedevaheline kaugus on kahe külgneva tugielemendi keskpunktide vaheline kaugus. Lihtsamalt öeldes on tugedevaheline kaugus kandurite vaheline kaugus.

Välisest kinnituselementi (nt kruviankur) kasutatakse tugielementide kinnitamiseks hoone konstruktsiooni kandvate osade külge ja see ei kuulu standardi mõistes kaablikandesüsteemi juurde ning on seetõttu mujal standardiseeritud.

1.2 Korrosioon ja korrosioonikaitse

Üldiselt eristatakse järgmisi korrosioonimehhanisme:

Pinnakorrosioon

- Kaitsmata legerimata teras oksüdeerub ulatuslikult niiskuse ja hapniku toimel
- Klassikaline terase roostetamine
- Kui rooste tekkekoht on lokaliseeritud, nimetatakse seda punkt- või aukkorrosiooniks

Pilukorrosioon

- See mõjutab legerimata- ja roostevaba terast. See kehtib ka juhul, kui pilu on tekkinud terase pinnale paigaldatud plastiku tõttu.
- Põhjustatud niiskusest kitsastes piludes (< 1 mm)
- Pilus olev elektrolüüt „hapestub“ (st pH väärtus langeb), välisküljel olev elektrolüüt muutub aluseliseks (st pH väärtus tõuseb)
- Moodustuvad reaktsiooniproduktid, mida võib lõpuks näha roostena ning mis pilu uuristavad



Korpuse pilukorrosioon. Kattekihti kahjustab selle all asetleidev progresseeruv roostetamine (Allikas: OBO Bettermann)

Kontakt- või kahe metalli omavaheline korrosioon

- Põhjuseks on kahe metalli (nt tsingitud- ja roostevaba teras) erinevad elektrokeemilised potentsiaalid
- Väärismetallide ja mitteväärismetallide erinevus
 - Väärismetallid: elektrokeemiline potentsiaal > 0
 - Mitteväärismetallid: elektrokeemiline potentsiaal < 0
- Vähem väärismetalli sisaldav pool oksüdeerub
- Järgige pindala reeglit:
 - Soodne pinnasuhe: mitteväärismetalli osakaal on suur ja väärismetalli osakaal väike
 - Ebasoodne pinnasuhe: väärismetalli osakaal on suur ja mitteväärismetalli osakaal väike

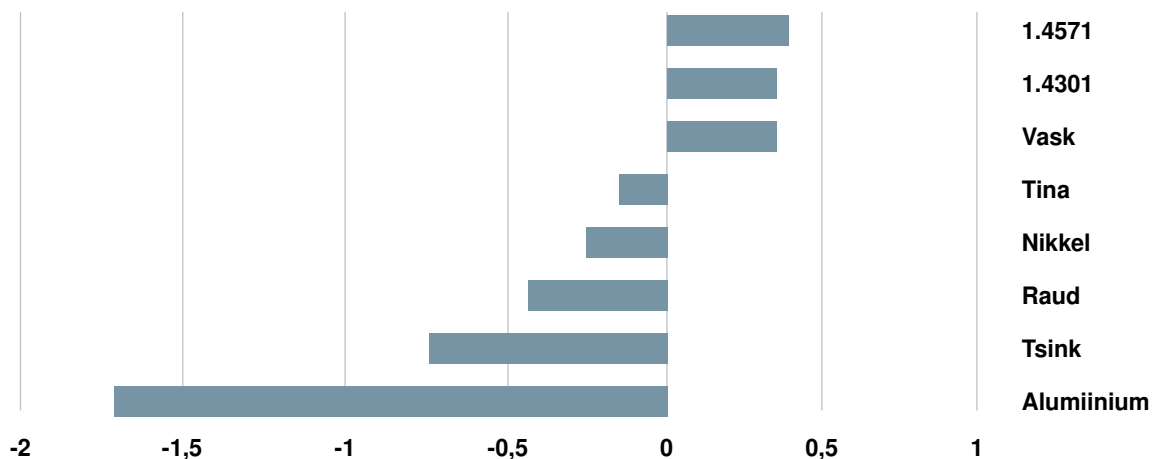


Tsingitud seib ja roostevabast terasest mutter andsid tulemuseks ebasoodsa pinnasuhte (allikas: OBO Bettermann)

Punktkorrosioon roostevabal terasel

- Roostevaba terase passiivne kiht hävib, eelkõige kloriidi mõjul
- Võib esineda lokaalne punktkorrosioon, mis õõnestab terast kahjustatud piirkonnas
- Juhul kui materjalis esineb pingeid võib ette tulla tõmbepingekorrosioonpragunemist (materjal praguneb mööda terapiire)

Metallide elektrokeemiline seeria ehk pingerida



Tsingitud pindade korrosioon

- Tsink moodustab õhust eralduva süsiniku toime mõne päeva pärast kaitsva tsinkkarbonaadist pealiskihi
- Kui tsiingitud pind puutub kokku niiskusega, tekib valge rooste enne kaitsva pealiskihi moodustumist
- Tsink on eriti aldis korrosioonile soolade (tavaliselt kloriidi, sulfaadi) esinemisel. See põhjustab tsiingi kiire eemaldumise, mis tähendab seda, et teras jääb kaitseta.



Kerge valge rooste kuumtsingitud konstruktsioonil (Allikas: Kuumtsinkimise instituut)

Pinnakatted		
G	FS	FT/(DD)
Galvaaniliselt tsiingitud	Lintmeetodil kuumtsingitud	Kuumsukeldusgalvaanimine/(Double Dip)

Materjalid		
A2	A4	A5
Roostevaba teras	Roostevaba teras	Roostevaba teras

Eri lahendused (tellimisel)	
FTSO	FSK/FTK
Topelt kuumtsinkimine kastmismeetodil	Plastkate

1.3 Pinnakatted

Parema korrosioonikaitse tagamiseks saab kasutada järgmisi tsiingitud pindu:

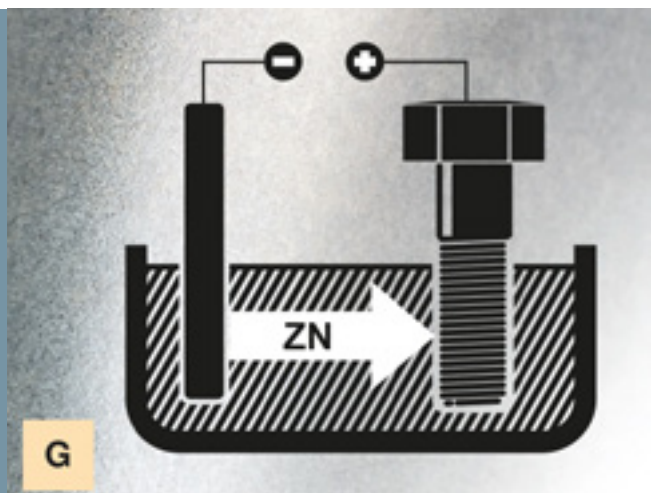
Galvaaniline tsinkimine

- Tsiinkatte pealekandmine elektrolüüsiprotsessi abil (alalisvool)
- Tavalised kihipaksused u 5-15 µm
- Levinud on järeltöötlus passiveerimise ja/või lakkimise (tavaliselt läbipaistev, sinakas või sillerdav) teel

Standardid: DIN EN ISO 19598 & DIN EN ISO 4042

Kasutusala: siseruumides ilma saasteaineteta, nt. kontorid, müügi pinnad – korrosioonikategooria DIN EN ISO 12944-2 kohaselt: C1

Näiteks: korvrennid ja ühenduselemendid



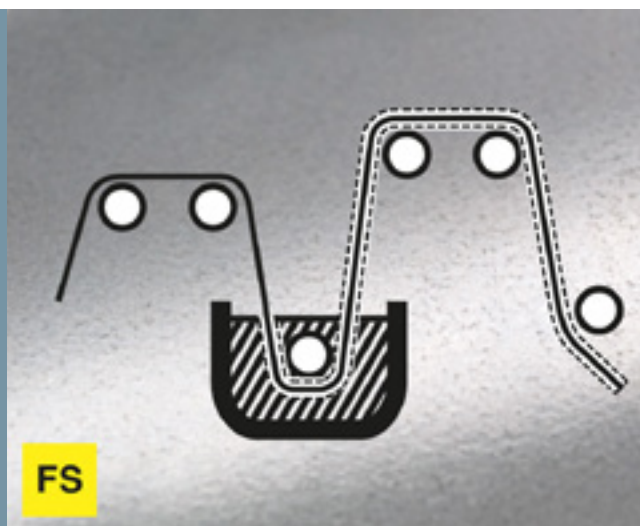
Lintmeetodil kuumtsinkimine

- Lintmeetodil kuumtsinkimise protsessis, tundub ka kui Sendzimiri meetod, kuumtsingitakse terasleht pidevas protsessis
- Materjalid: DX51D
- Tavalised kihipaksused (Z 275) u 13-27 μm
- Võimalik on lehtterase järeltöötlus passiveerimise ja/või lakkimise (tavaliselt läbipaistev, sinakas või sillerdav) teel

Standardid: DIN EN 10346

Kasutusala: siseruumides, kus võib tekkida kondensaat, nt. spordihallid või laod – korrosioonikategooria DIN EN ISO 12944-2 kohaselt: kuni C2

Näited: kaablirennid, kaaned



Kuumtsinkimine kastmismeetodil

- Valmistoodet kaetakse kastmisprotsessi abil
- Materjalid: C9D, DC01, DD11, S235JR
- Tavalised kihipaksused u 45-85 μm

Standardid: DIN EN ISO 1461

Kasutusala: teatava niiskuse ja saastumisega siseruumid, mõõduka saastumisega välialad, nt. pesumajad, linnakeskkond – korrosioonikategooria DIN EN ISO 12944-2 kohaselt: kuni C3 (olenevalt kihi paksusest kuni C4)

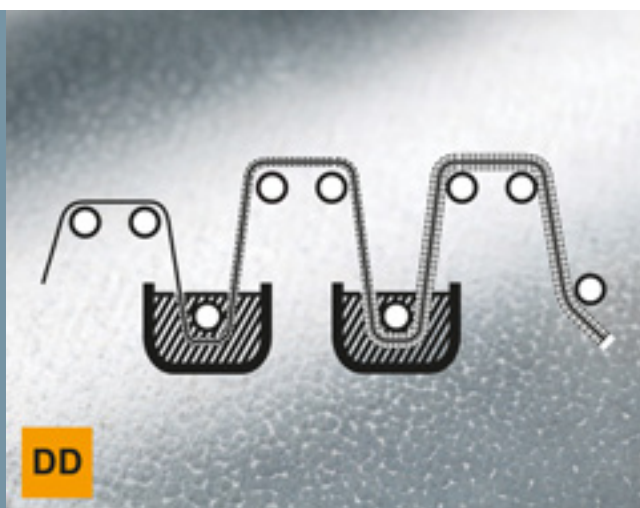
Näited: kaabliredelid, korvrennid, ripp-profiilid ja kandurid



Kuumsukeldusgalvanimine (Double Dip)

- Tsink-alumiiniumkate vastavalt standardile DIN EN 10346
- Tsingitav materjal läbib üksteise järel kaks vanni: esimene sisaldab puhast tsinki, teine tsingi ja alumiiniumi sulamit

Standardid: DIN EN 10346



Plastkate

- Plastkate elektrostaatiliselt laetud plastpulbriga
- Katmine tehakse kas korrosiooni eest kaitsmiseks või siis dekoratiivsetel kaalutlustel
- Eriti hea nakkuvus tänu komponentide eeltöötlemisele erinevate vedelikega
- Epoksiid- ja/või polüestervaikudest ning polüuretaanist valmistatud pulbervärvkate
- Tavalised kihipaksused u 70-100 µm
- Süsteemi erinevaid komponente saab katta järgmiste pealispindadega:
 - Tsingitud lintmeetodil (FS)
 - Kuumtsingitud kastmismeetodil (FT)
 - Galvaaniliselt tsingitud (G)
 - Alumiinium (Al)

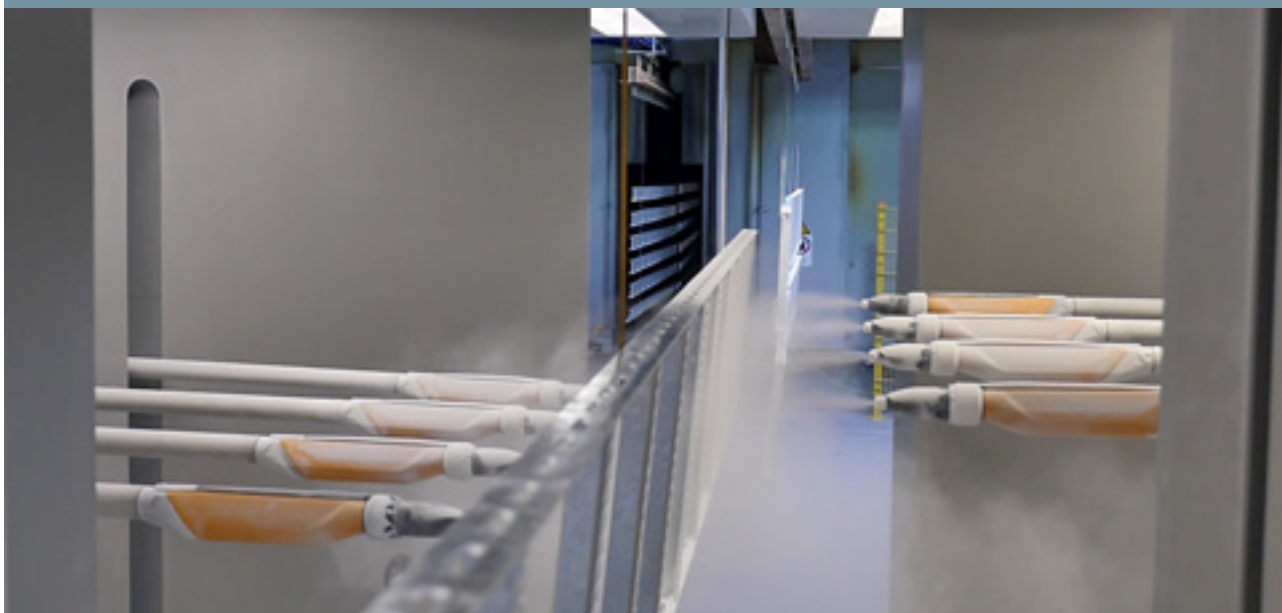
Standardid: DIN 55633/55634

Korrosioonikaitse kasutusala:

- Kuumtsingitud süsteemikomponendid koos kattekihiga (Duplex)
- Väga vastupidav niiskusele, saastumisele ja keemilistele mõjutustele
- Hooned, kus tekib pidev kondensaat ja tugev saaste
- Korrosioonikategooria DIN EN ISO 12944-2 kohaselt: kuni C5

Dekoratiivsed põhjused:

- Spetsiaalsed visuaalsed näitajad, mis sobivad hoone värvilahendusega
- Erinevate funktsioonide jaotamine värvide järgi
- Saadaval kõigis RAL-toonides



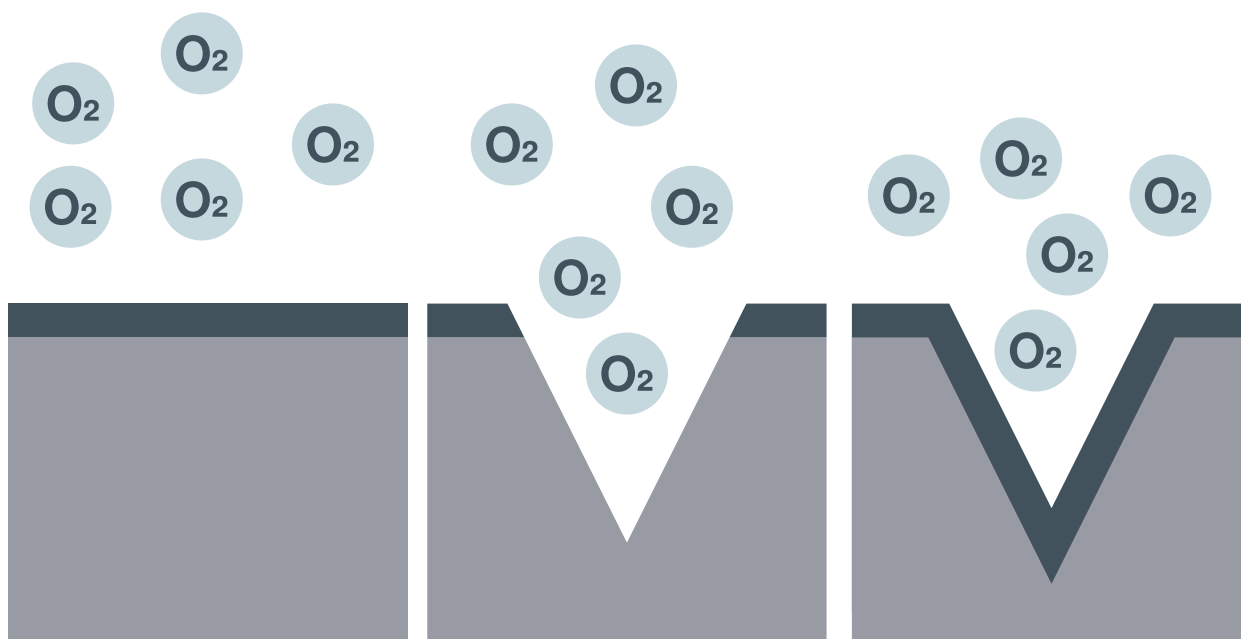
1.4 Materjalid

Roostevaba/roostekindel teras

- Hapniku sisenemisel moodustub kroomoksiidi kiht (passiivne kiht), mis kaitseb korrosiooni eest
- Kui passiivkiht on kahjustatud, nt. lõigates, moodustub see hapniku juurdepääsu tekkel uuesti
- Materjalid, sõltuvalt sulami koostisest:
 - A2: 1.4301
 - A4: 1.4401, 1.4571
 - A5: 1.4529, 1.4547, 1.4462
- Standard: EN 10088
- Korrosioonikategooria DIN EN ISO 12944-2 kohaselt:
 - A2: kuni C3
 - A4: kuni C4
 - A5: kuni CX

- Ülevaade olulistest legerivatest elementidest

Element	Terase omadused
Nikkel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabiliseerib struktuuri (austeniidi moodustaja) ▪ Suurendab tugevust ja sitkust ▪ Suurendab vastupidavust tõmbepingekorrosioonpragunemisele
Molübdeen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suurendab punktcorrosioonikindlust ▪ Suurendab vastupidavust tõmbepingekorrosioonpragunemisele
Titaan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabiliseerib struktuuri (karbiidi moodustaja) ▪ Suurendab vastupidavust kristallidevahelisele korrosioonile
Lämmastik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabiliseerib struktuuri (austeniidi moodustaja) ▪ Suurendab tugevust






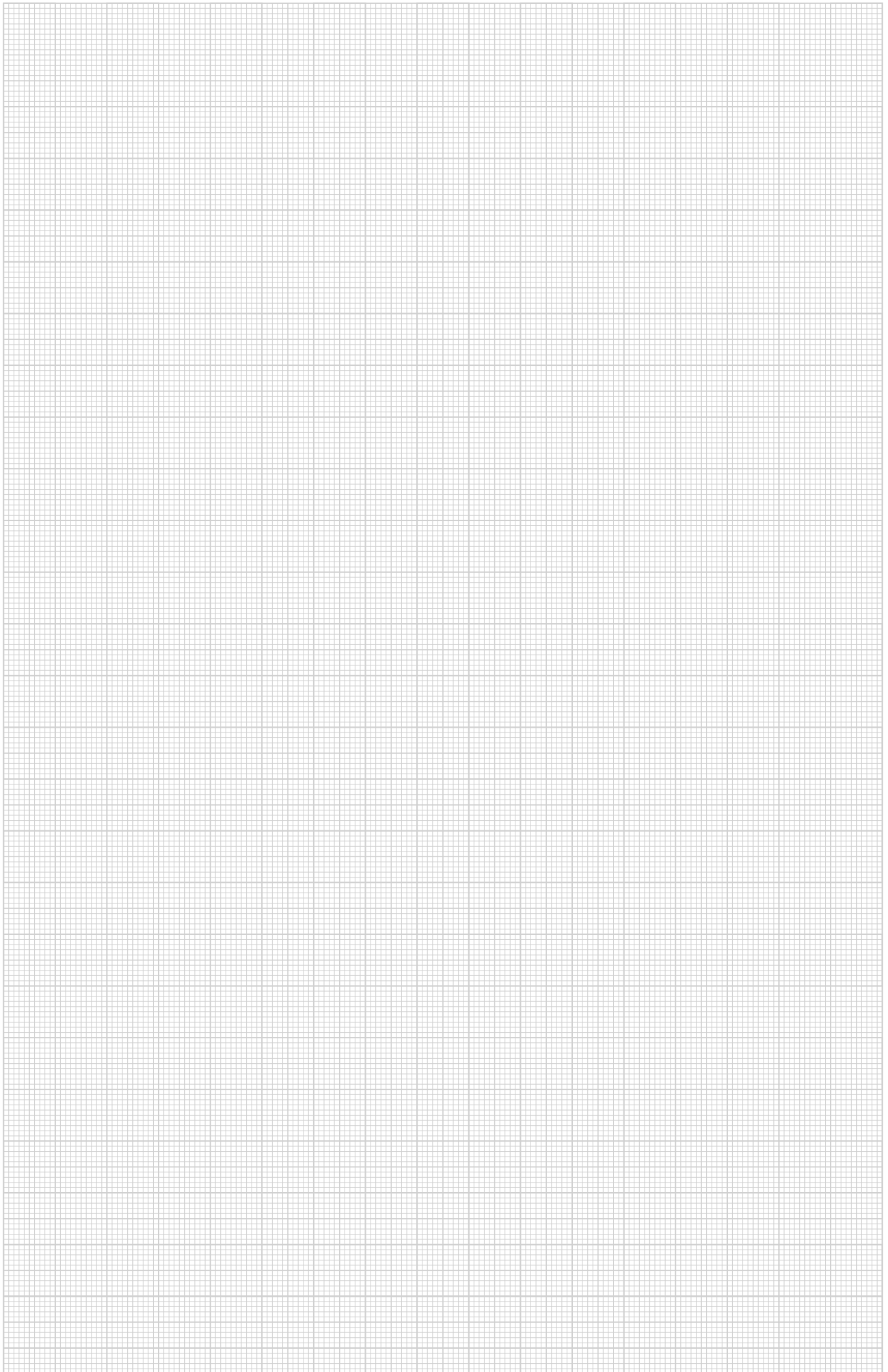
1.5 Korrosioonikategooriad vastavalt standardile DIN EN ISO 12944-2:2018

Korrosiooni- kategooria	Pindalaga seotud massikadu/paksuse vähenemine (pärast esimest aastat väljaspool ladu)				Tüüpiliste keskkondade näide (ainult informatiivne)	
	Legeerimata teras		Tsink		Väljas	Siseruumis
	Massi- kadu g/m ²	Paksuse- vähenemine µm	Massi- kadu g/m ²	Paksuse- vähenemine µm		
C1 väga madal	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	–	Kõetavad neutraalse atmosfääriga hooned, nt kontorid, bürood, koolid, hotellid
C2 madal	> 10 kuni 200	> 1,3 kuni 25	> 0,7 kuni 5	> 0,1 kuni 0,7	Madala saastetase- mega atmosfäär: ena- masti maapiirkonnad	Kütmata hooned, kus võib tekkida kondensaati, nt laod, spordihallid
C3 keskmine	> 200 kuni 400	> 25 kuni 50	> 5 kuni 15	> 0,7 kuni 2,1	Linna- ja tööstuskesk- kond mõõduka väävel- dioksiidi reostusega; madala soolsusega rannikuatmosfäär	Kõrge õhuniiskuse ja mõningase õhusaas- tega tootmisruumid, nt toiduainetööstused, pesumajad, õlleteha- sed, meiereid
C4 kõrge	> 400 kuni 650	> 50 kuni 80	> 15 kuni 30	> 2,1 kuni 4,2	Tööstuslik keskkond ja mõõduka soolsusega rannikuatmosfäär	Keemiatehased, rannikul asuvad laevatehased ja paadisadamad
C5 väga kõrge	> 650 kuni 1500	> 80 kuni 200	> 30 kuni 60	> 4,2 kuni 8,4	Kõrge õhuniiskuse ja agressiivse atmosfää- riga tööstuspiirkonnad ning kõrge soolsusega rannikuatmosfäär	Peaaegu pideva kondensatsiooniga ja tugeva saastega hoo- ned ning piirkonnad.
C X ekstreemne	> 1500 kuni 5500	> 200 kuni 700	> 60 kuni 180	> 8,4 kuni 25	Suure soolsusega avamerealad ja äär- musliku õhuniiskuse ja agressiivse atmosfää- riga tööstuspiirkonnad, samuti subtroopiline ja troopiline atmosfäär	Ekstreemse õhu- niiskuse ja agres- siivse atmosfääriga tööstuspiirkonnad

1.6 Tüüpilised keskkonnad ja soovitatavad pinnakatted/materjalid

					
C1	C2	C3			
Tsingi kadu: < 0,1 µm/a	Tsingi kadu: > 0,1 kuni 0,7 µm/a	Tsingi kadu: > 0,7 kuni 2,0 µm/a			
Näited tüüpilistest keskkondadest					
Väljas –	Siseruumis Kõetavad neutraalse atmosfääriga hooned	Väljas Madala saastetasega atmosfäär	Siseruumis Kütmata hooned, kus võib tekkida kondensaat	Väljas Mööduka väävel-dioksiidi reostusega linna- ja tööstusatmosfäär	Siseruumis Kõrge õhuniiskuse ja vähese õhusaastega tootmisruumid
Soovitatavad pinnakatted/materjalid					
Galvaaniliselt tsingitud (G)		Lintmeetodil kuumtsingitud (FS)/ Tsingi alumiiniumi sulam (DD)		Kuumtsingitud kastmise meetodil (FT)/ roostevaba teras A2	
Kihi paksus: 2,5 – 10 µm		Kihi paksus: u 20 µm		Kihi paksus: u 40 – 60 µm	

					
C4	C5	CX			
Tsingi kadu: 2,0 kuni 4,0 µm/a	Tsingi kadu: 4,0 kuni 8,0 µm/a	Tsingi kadu: 8,0 kuni 25 µm/a			
Näited tüüpilistest keskkondadest					
Väljas Tööstuslik keskkond ja mööduka soolsusega rannikuatmosfäär, rannikul asuvad laevatehased	Siseruumis Keemiatehased, rannikul asuvad laevatehased	Väljas Kõrge õhuniiskuse ja agressiivse atmosfääriga tööstuspiirkonnad ning kõrge soolsusega rannikuatmosfäär	Siseruumis Peaaegu pideva kondensniiskusega hooned või piirkonnad	Väljas Kõrge soolsusega avamerepiirkonnad ja äärmusliku niiskusega tööstuspiirkonnad	Siseruumis Ekstreemse õhuniiskuse ja agressiivse atmosfääriga tööstuspiirkonnad
Soovitatavad pinnakatted/materjalid					
Roostevaba teras A2		Happekindel roostevaba teras A4		Happekindel roostevaba teras A5	
Roostekindel		Heakskiidetult happekindel		Lisaks suur tugevus	



2. Süsteemi valimine

See peatükk käsitleb kaablikandesüsteemi sobivat valikut olenevalt konkreetsest rakendusest. OBO Bettermann on kõikehõlmav süsteemipakkuja, mis keskendub kaablikandesüsteemide valdkonnas kõigile allpool loetletud toodetele.

2.1 Paigaldussüsteemid	15
2.2 Kaablirennisüsteemid	15
2.3 Korvrennisüsteemid	15
2.4 Kaabliredelisüsteemid	15
2.5 Süsteemirakendused	15
2.6 Õige süsteemi valimine	16
2.6.1 Kaablimahu määramine	16
2.6.2 Kaablikoormuse arvutamine	16
2.6.3 Kasuliku ristlõike määramine	17
2.6.4 Kaablikaalu arvutamine	17
2.6.5 Kaablikandesüsteemi valimine	18
2.6.6 Terviksüsteemi eelvalimine	20
2.6.7 Lisainfo kandurite paigaldamise kohta	21
2.6.8 Paigaldussüsteemi valimine vastavalt kandevõimele	21
2.6.9 Lõpuks kontrollige ankrusüsteemi	22

2.1 Paigaldussüsteemid

Paigaldussüsteemid hõlmavad järgmisi tootevaldkondi:

Väikese koormuse korral kasutatakse kaablikandekonstruktsioonide toetamiseks universaalseid süsteeme. Süsteemid riputatakse lae alla keermevarrastega, distantklambrid võimaldavad paigaldada tõstetud põrandate alla kaabli renne, -redelid ja korvrenne. Universaalsüsteemide hulka kuuluvad mitmesugused laekandurid, trapetsikujulised kinnitused, kesk- ja distantkandurid.

Kaablikandekonstruktsioonide toetamiseks mõeldud U-profiilsüsteemid hõlmavad kerge konstruktsiooniga US 3 süsteemi, keskmise tugevusega US 5 süsteemi ja tugeva konstruktsiooniga US 7 süsteemi. Erinevad süsteemid on mõeldud kas väikeste, keskmiste või suurte koormuste jaoks. U-profiilsüsteeme saab kinnitada lakke ja kasutada põrandapaigaldusel ning konstruktsiooniprofiilidena. Selliste tugisüsteemide hulka kuuluvad U-kujulised ripp-profiilid, sein- ja profiilikandurid, peaplaadid, U-profiilid ja U-profiilide jätkuelemendid.

I-profiilsüsteeme kasutatakse kaablikandesüsteemides suurte koormuste ja pikkade tugevaheliste kauguste ületamiseks ning tugeva konstruktsiooniga kaablikandekonstruktsioonide toetamiseks. Nende süsteemidega on võimalikud kaablikandesüsteemide suured tugevahelised kaugused või kaablirennide ja kaabliredelite mitmekihiline ülesehitus. Nende süsteemide hulka kuuluvad I-kujulised ripp-profiilid, sein- ja profiilikandurid, peaplaadid, I-profiilid ja I-profiililiitmikud, samuti ka tugiklambrid ja kinnitusnurgad. Kõikide süsteemikomponentide suur kandevõime ja lai lisatarvikute valik võimaldavad kokku panna ka keerukamaid konstruktsioone.

Sõltuvalt materjalist ja pinnaviimistlusest saab kõiki süsteeme kasutada kas sise- ja/või välistingimustes.

2.2 Kaablirennisüsteemid

Kaablirenn on universaalne lahendus kaablite ja juhtmete paigaldamiseks. Alates nõrkvoolukaablitest kuni fiiderkaabliteni, andmekaablitest kuni telekommunikatsioonivõrkudeni. Täielik tootevalik koos praktiliste süsteemikomponentidega võimaldab leida ideaalse lahenduse kõigi rakenduste jaoks. Ükskõik, kas kasutamine toimub kuivades sisetingsimustes või agressiivses keskkonnas: erinevad pinnakatted ja materjalid tagavad tõhusa korrosioonikaitse. Valikus on küljekõrgused 35, 60, 85 ja 110 mm ning spetsiaalsed kaablirennisüsteemid 30% suuruse perforatsiooni osakaaluga ning laiapinnaliste sisendite ja väljunditega. Olenevalt süsteemist on saadaval kiir- või poltühendusega kaablirennid. Praktilise ja aegasäästva Magic-süsteemiga saab kaablirennid omavahel ühendada ilma tööriistade ja poltideta.

2.3 Korvrennisüsteemid

OBO korvrennisüsteeme iseloomustab suur kandevõime ja hea ventileeritavus. Need on universaalselt kasutatavad. Korvrennid sobivad elektri kaablite paigaldamiseks eri kasutustingimustes. Tänu suurele võrgusilma suurusele saab kaableid erinevatest suundadest sisse tuua ja välja viia. Kergesti lõigatavad traadid ja korvrennide painduvus võimaldavad lihtsalt luua poognaid, hargmikke ja allaviike. Sõltuvalt kasutusalaast ja kaablite hulgast saab valida nelja erinevat tüüpi korvrenni vahel. Korvrennide GRM ja G-GRM uuenduslik Magic-jätkusüsteem võimaldab tööriistavaba jadapaigaldust.

2.4 Kaabliredelisüsteemid

OBO-kaabliredelisüsteeme iseloomustab suur kandevõime ja hea ventileeritavus. Seepärast sobivad nad eriti hästi suurte ristlõigetega kaablite ja juhtmete paigaldamiseks. Need on universaalselt kasutatavad. Tänu läbivale küljeprofiili ja ristpulkade perforatsioonile pakuvad nad mitmeid paigaldusvõimalusi, nt kaablite ja juhtmete integreeritud kinnitamist OBO U-klambritega ristpulkade külge.

2.5 Süsteemirakendused

Üksikuid kasutusvaldkondi saab umbkaudu kirjeldada järgmiselt:

Kaablirennisüsteemid: nõrkvoolukaablitest kuni fiiderkaabliteni

Korvrennisüsteemid: IT-kaabeldus, telefonikaabeldus ja juhtimis- ning kontrollkaablid; sobivad kasutamiseks ka ripplagedes ja tõstetud põrandates

Kaabliredelisüsteemid: Suure ristlõikega kaablid ja juhtmed, mida saab kinnitada klambritega ristpulkadele. Suur kandevõime ja hea ventilatsioon tagavad perfektse kaabelduse.

Sõltuvalt materjalist saab neid süsteeme kasutada kas sise- või välistingimustes.

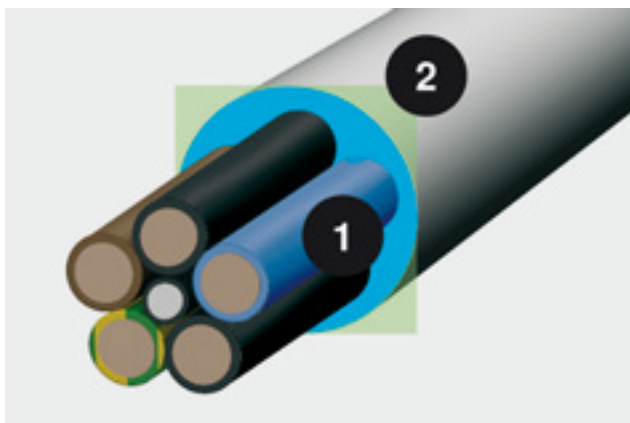
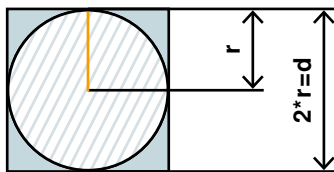
2.6 Õige süsteemi valimine

See peatükk käsitleb nii õiget mõõtmete määramist kui ka kaablikandesüsteemi lõplikku valikut olenevalt rakendusest ja erinevatest mõjuteguritest, nagu nt kaabli maht, kaabli kaal, kasulik ristlõige ja muud tegurid.

2.6.1 Kaablimahu määramine

Mõiste „kaabel“ tähendab elektrienergia ja andmete edastamiseks mõeldud isoleeritud elektrijuhtet. Kaablite ja juhtmete puhul märgitakse ära nende nimistlõige. Välislõimõõt ja kasulik ristlõige olenevad nimistlõikest ja kaablis või juhtmes olevate üksiksoonte (juhtide) arvust.

Kaabli läbimõõt ütleb vähe kaabli ruumivajaduse kohta, kuna paigutusest tulenevalt võivad alati tekkida teatud õhuvahed või vaheruimid. Seega arvutatakse lihtsuse huvides ruumivajadus valemi $(2r)^2$ abil.



- 1 Lõimõõt mm
- 2 Ruumivajadus mm²

Ruumivajadus = $(2r)^2$ = lõimõõt²

Näide:
 NYM-J 3 x 2,5: kaabli lõimõõt 9,50 mm
 $(9,50 \text{ mm})^2 = 90,25 \text{ mm}^2$

Kaablite ja juhtmete loetelu koos nende kasulike ristlõigetega leiata „Tööstuspaigaldiste“ projekteerimise abimaterjalidest. Alternatiivina võib väärtuse leida ka vastavate kaabliootjate tootelehtedelt.

2.6.2 Kaablikoormuse arvutamine

Tekkiv kaabli erikoormus on väärtus, mida saab arvutada, kasutades konkreetse kaabli iseloomulikke väärtusi ja lisades VDE 0639 T1 kohase (kaablikandesüsteemid) täpsustatud teabe.

Kaabli erikoormuse saab arvutada, jagades kaabli või juhtme kaalu (kilogrammides/m) kaabli või juhtme kasuliku ristlõikega (vt eestpool, antud mm²). Lõpuks korrutatakse see jaotus raskusjõu teguriga 9,81 N/kg.

$$\text{Kaabli erikoormus} = \frac{\text{Kaablikoormus} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]}{\text{Kasulik ristlõige} \left[\text{mm}^2 \right]} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Selle valemi abil saab määrata iga kaabli spetsiifilise kaablikoormuse.

Järgmine näide **NYM-J 3x2,5**:

$$\text{Kaabli erikoormus} = \frac{0,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{90,25 \text{ mm}^2} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,021 \frac{\text{N}}{\text{m} * \text{mm}^2}$$

Samuti tuleb mainida, et dokumendis VDE 0639 on kõige raskema loetletud kaabli erikoormuseks 0,028 N/m*mm². Siinkohal on tegemist isoleeritud kõrgepingekaabliga **NY-Y-J 4x95**. Suuremad erikaalud saavutatakse vaid suure ristlõikega kaablitega, mis on vähem painduvad ja toetavad oma raskust paremini ning on oma suurema läbimõõdu tõttu väiksema täituvusteguriga kasutatava renni ristlõike osas.

Alternatiivina on võimalik kaabli koormuse arvutamisel kasutada juhiseid ka kogemustel põhinevaid väärtusi. Nii võib nt 60 mm servakõrgusega kaablirenni või kaabliredeli puhul eeldada, et väärtus on 15 kg 100 mm laiuse kohta.



100 mm = 15 kg/m



200 mm = 30 kg/m



300 mm = 45 kg/m



400 mm = 60 kg/m



500 mm = 75 kg/m



600 mm = 90 kg/m

2.6.3 Kasuliku ristlõike määramine

Kaablikandekonstruksiooni kasulik ristlõige sõltub vastavast mõõtmest. Lihtsuse huvides saab ligikaudseks projekteerimiseks kasutada pindala arvutamist kaablirenni laiuse ja kõrguse abil. OBO näitab lisaks kataloogis ka iga kaablikandesüsteemi kasulikku ristlõiget.



Allpool näete üksikute kaablikandesüsteemide vastavaid kasulikke ristlõikeid. Kaablikandekonstruksioonide erineva ülesehituse tõttu on neil ka erinevad kasulikud ristlõiked. Soovitame dimensioneerimisel ette näha ruumivaru ca 30 %.

Kõrgus [mm]	35	60	85	110
Laius [mm]	Kasulik ristlõige [mm ²]			
	Kaablirennid			
100	3 300	5 800	8 300	10 800
150	5 050	8 800	12 500	16 100
200	6 800	11 800	18 600	21 800
300	10 300	17 800	25 300	32 800
400	-	23 800	33 800	43 800
500	-	29 800	42 300	54 800
600	-	35 800	50 800	60 300

Kõrgus [mm]	60	110
Laius [mm]	Kasulik ristlõige [mm ²]	
	Kaabliredelid	
200	9 800	18 000
300	14 800	27 000
400	19 800	36 000
500	24 800	45 000
600	29 800	54 000

Kõrgus [mm]	35	55	105
Laius [mm]	Kasulik ristlõige [mm ²]		
	Korvrennid		
100	3 500	4 000	8 200
150	5 250	6 300	13 000
200	7 000	8 700	17 500
300	10 500	12 900	26 800
400	-	17 500	36 300
500	-	22 000	45 900
600	-	26 500	55 400

2.6.4 Kaablikaalu arvutamine

Standardis DIN VDE 0639 T1 (kaablikandesüsteemid) on antud maksimaalselt lubatava kaablikoormuse arvutamiseks valem. Valem sisaldab nii eelmistes peatükkides käsitletud kaabli erikoormust kui ka kaablikandesüsteemi kasulikku ristlõiget.

$$\text{Kaablikoormus (F)} = \frac{0,028 \text{ N}}{m \cdot \text{mm}^2} * \text{Kaablirenni kasulik ristlõige [mm}^2\text{]}$$

Näide kaablirennist RKSM 60x300

$$\begin{aligned} \text{Kaablikoormus (F)} &= \frac{0,028 \text{ N}}{m \cdot \text{mm}^2} * 17.800 \text{ mm}^2 \\ &= 498,4 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \approx 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

50 Kg



Määratud maksimaalsed kaablikoormused lähtuvalt mõõtmest on toodud järgmistes tabelites ülevaatenähtuna (ümardatud):

Kõrgus [mm]	35	60	85	110
Laius [mm]	Max esinev kaablikoormus [kN/m ≈ 100 kg/m]			
	Kaablirennid			
100	0,09	0,16	0,23	0,30
150	0,14	0,25	0,35	0,45
200	0,19	0,33	0,52	0,61
300	0,29	0,50	0,71	0,92
400	-	0,67	0,95	1,23
500	-	0,83	1,18	1,53
600	-	1,00	1,42	1,69

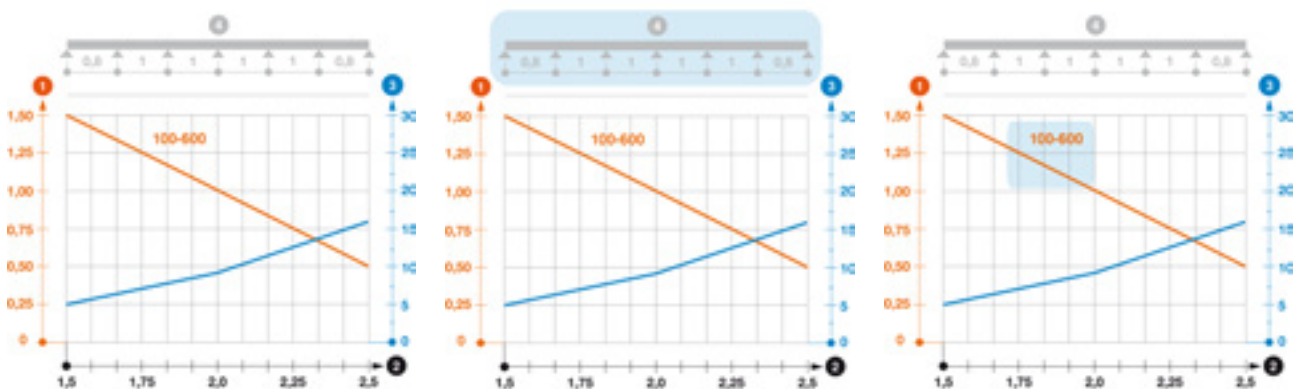
Kõrgus [mm]	60	110
Laius [mm]	Max esinev kaablikoormus [kN/m ≈ 100 kg/m]	
	Kaabliredelid	
200	0,27	0,50
300	0,41	0,76
400	0,55	1,01
500	0,69	1,26
600	0,83	1,51

Kõrgus [mm]	35	55	105
Laius [mm]	Max esinev kaablikoormus [kN/m ≈ 100 kg/m]		
	Korvrennid		
100	0,10	0,11	0,23
150	0,15	0,18	0,36
200	0,20	0,24	0,49
300	0,29	0,36	0,75
400	-	0,49	1,02
500	-	0,62	1,29
600	-	0,74	1,55

2.6.5 Kaablikandesüsteemi valimine

OBO pakub koormusteavet, sealhulgas täiendavaid koormustabeleid, mille abil saab valida sobiva kaablirenni, korvrenni või kaabliredeli.

Sobiva süsteemi leidmine lähtuvalt kaablikoormusest



Koormusdiagrammi legend

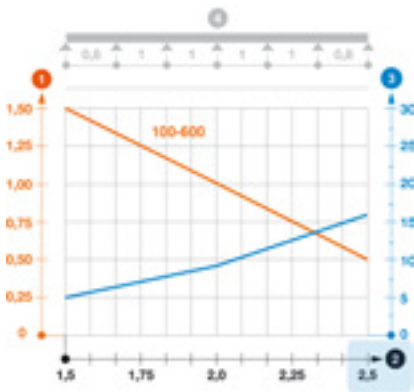
- ① = Koormus kN/m ilma paigalduskoormuseta
 - ② = Tugedevaheline kaugus, m
 - ③ = Kaablirenni/-redeli läbipaine mm
 - ④ = Koormusskeem katsetamisel
- = Koormuskõver sõltuvalt kaablirenni/-redeli laiusest
 - = Kaablirenni/-redeli läbipaindekõver sõltuvalt tugedevahelisest kaugusest

Informatsioon 1: testimisprotsessi kirjeldus

OBO kaablikandesüsteemide testimise aluseks on VDE 0639 osa 1 ja standard DIN EN 61537. Testimise eesmärk on selgitada välja iga kaablikandekonstruktsiooni maksimaalne kandevõime sõltuvalt sellistest parameetritest nagu laius, tugedevahelised kaugused jne, ning kuvada see iga tootega kaasasoleval diagrammil. Eelpoololevas näites kujutab sinise taustaga pind katse ülesehitusskeemi varieeruva toetusvahemaaga (L) kaablirenni keskmises osas ja teguriga 0,8 x L kaablirenni alguses ning lõpus.

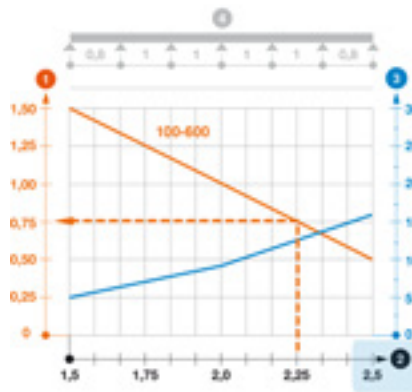
Informatsioon 2: valitud kaablirenni- või kaabliredeli koormuskõverad

Sõltuvalt tugedevahelisest kaugusest saab kaablirenni koormatavuse koormuskõverate alusel diagrammilt mahlugeda - siinkohal näitlikult kujutatud 100 kuni 600 mm laiusega kaablirennide kohta. Võib juhtuda, et kaablikandekonstruktsiooni laiusest lähtuvalt on koormuskõverate diagrammil näha üheaegselt mitut kõverat. Oluline tegur kaablirennide kandevõime jaoks on lisaks tugedevahelisele kaugusele ja küljekõrgusele ka materjali paksus, mis erineb sõltuvalt tüübist.



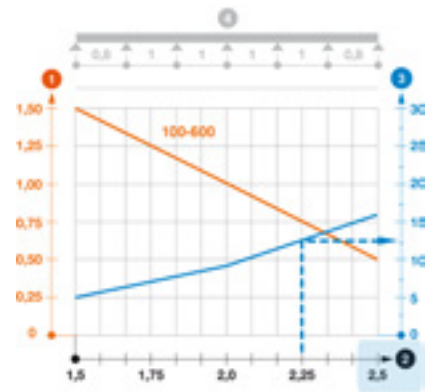
Informatsioon 3: võimalikud tugedevahelised kaugused

Kaablirennide teoreetiliselt võimalikud tugedevahelised kaugused on toodud tabeli jaluses oleval teljel. Koormuskõvera järgi on lihtne kindlaks teha, kuidas süsteemi kandevõime tugedevahelise kauguse suurenemisel väheneb. Kõigi OBO kaablikandesüsteemide puhul (välja arvatud pika sildega kaablikandekonstruktsioonid) kehtib põhimõtteline soovitus - võimalusel mitte ületada tugedevahelist kaugust 1,5 m.



Informatsioon 4: koormuse/tugedevahelise kauguse suhe

Millise tugedevahelise kauguse korral on võimalik milline koormus? Vastava teabe leiata hõlpsalt diagrammilt. Meie näites (sinise taustaga) on 2,25 m tugedevahelise kaugusega kaablirenni maksimaalseks koormatavuseks arvestatud 0,75 kN kaablirenni jooksva meetri kohta. Palun arvestage sellega et selles näites võib kaablirenni mahutavus ületada lubatava koormuse. Seetõttu ei tohiks võimalusel ületada soovitatavat tugedevahelist kaugust mis on 1,5 m.

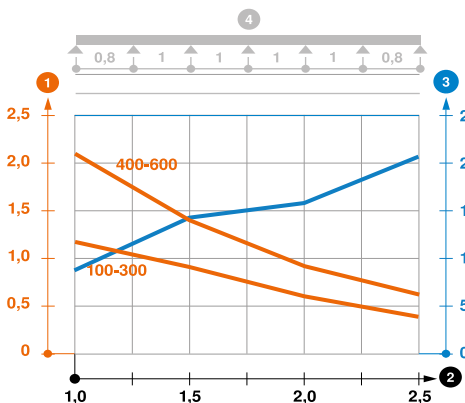


Informatsioon 5: W = läbipaine

Millisel määral mõjutab kaablirenni koormus läbipainet? Selle info annab sinine kõver (w) millimeetrites (orienteeruvad väärtused diagrammi paremal küljel).

Seda, kui kiiresti suureneb kaablirenni läbipaine tugedevahelise kauguse suurenemisel, näitab sinine kõver. Meie näites märgiti u 12 mm läbipaine 2,25 m pikkuse tugedevahelise kauguse korral.

Koormus



	1,0m kN/m	1,5m kN/m	2,0m kN/m	2,5m kN/m	Nema koormusklass
RKSM 610 FS	1,2	0,9	0,6	0,4	8AA
RKSM 615 FS	1,2	1	0,6	0,4	8AA
RKSM 620 FS	1,2	1	0,55	0,4	8AA
RKSM 630 FS	1,2	1	0,55	0,4	8AA
RKSM 640 FS	2,1	1,35	0,8	0,6	8AA
RKSM 650 FS	2,1	1,35	0,8	0,6	8AA
RKSM 660 FS	2,1	1,4	0,8	0,6	8AA

Kaablirenni (RKSM 60) koormusdiagramm

- ① = Lubatav kaablirenni/-redeli koormus (kN/m) ilma paigalduskoormuseta
- ② = Tugedevaheline kaugus, m
- ③ = Kaablirenni/-redeli läbipaine mm lubatava koormuse kN/m juures
- ④ = Koormusskeem katsetamisel
- = Koormuskõver sõltuvalt kaablirenni/-redeli laiusest (mm)
- = Kaablirenni/-redeli läbipaindekõver sõltuvalt tugedevahelisest kaugusest

Vajadusel tuleb tugedevaheline kaugus korrutada eeldatava kaabli kaaluga (vt ka eelmist peatükki)!

2.6.6 Terviksüsteemi eelvalimine

Järgmised loetelud annavad ülevaate, millised kinnitussüsteemid millistele kanduritele sobivad.

Riputus-profiil	Ava Ø: profiil	Seina- ja profiilikandur	Ava Ø: sein- ja profiilikandur	Polt	Toote nr	Ankur	Toote nr
US 3	11 mm	MWA 12 11-13*	11 mm	FRS 10x25 F 8.8	6407560	BZ-U8-10-21/75	3498320
	11 mm	AW 15 11-31	11 mm	FRS 10x25 F 8.8	6407560	BZ-U10-10-30/90	3498334
	11 mm	MWA 12 41	11 mm	DKS25 + SKS 10x90 F	6416446 + 6418252	BZ-U10-10-30/90	3498334
	11 mm	AW 15 41	11 mm	DKS25 + SKS 10x90 F	6416446 + 6418252	BZ-U10-10-30/90	3498334
	11 mm	AW 15 51-61	11 mm	US 3-ga pole võimalik	-	-	-

Riputus-profiil	Ava Ø: profiil	Seina- ja profiilikandur	Ava Ø: sein- ja profiilikandur	Polt	Toote nr	Ankur	Toote nr
US 5	11 mm	MWA 12 11-13*	11 mm	FRS 10x25 F 8.8	6407560	BZ-U8-10-21/75	3498320
	11 mm	AW 15 11-31	11 mm	FRS 10x25 F 8.8	6407560	BZ-U10-10-30/90	3498334
	11 mm	AW 30 11 + 16	11 mm	FRS 10x25 F 8.8	6407560	BZ-U10-10-30/90	3498334
	11 mm	AW 30 21 + 31	13 mm	FRS 10x30 F + DIN 44011F	6407579 + 6408729	BZ12-15-35/110	3498350
	11 mm	MWA 12 41 + AW15 41	11 mm	DSK 45 + SKS 10x90 F	6416500 + 6418252	BZ12-15-35/110	3498350
	11 mm	AW 30 41	13 mm	DSK 45 + SKS 10x90 F	6416500 + 6418252	BZ12-15-35/110	3498350

Riputus-profiil	Ava Ø: profiil	Seina- ja profiilikandur	Ava Ø: sein- ja profiilikandur	Polt	Toote nr	Ankur	Toote nr
US 7	14 mm	MWA 12 11-41*	11 mm	SKS 10x30 F + DIN 440 11F	3160742 + 6408729	BZ-U10-30/90	3498334
	14 mm	AW 15 11-41	11 mm	SKS 10x30 F + DIN 440 11F	3160742 + 6408729	BZ-U10-30/90	3498334
	14 mm	AW 30 11 + 16	11 mm	SKS 10x30 F + DIN 440 11F	3160742 + 6408729	BZ-U10-30/90	3498334
	14 mm	AW 30 21 + 31	13 mm	FRS 12x30 F	6406270	BZ12-15-35/110	3498350
	14 mm	AW 30 41-61	13 mm	DSK 61 + SKS 12x100 F	6416519 + 6418295	BZ12-15-35/110	3498350
	14 mm	AW 55 21-41	13,5 mm	DSK 61 + SKS 12x100 F	6416519 + 6418295	BZ12-15-35/110	3498350
	14 mm	AW 15 51-61	11 mm	DSK 61 + SKS 12x100 F + DIN 440 11	6416519 + 6418295 + 6408729	BZ12-15-35/110	3498350

*Polt 6407560 on MWA/MWAG ja MWA-M kanduritega tarnekomplektis.

2.6.7 Lisainfo kandurite paigaldamise kohta

Täiendav distantstükk ei ole vajalik, kui:

- US 5 profiilidele paigaldatakse kandurid, millede maksimaalne pikkus on 300 mm ja maksimaalne koormus ei ületa 120 kg.
- US 7 profiilidele paigaldatakse kandurid, millede maksimaalne pikkus on 400 mm ja maksimaalne koormus ei ületa 200 kg.



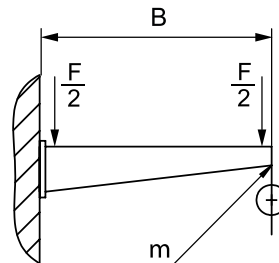
Põhimõtteliselt tuleb kandurid paigaldada järgmiselt:

- Lamepeapolt tuleb alati paigaldada profiilipoolsele küljele
- Mutter koos alusseibiga tuleb alati paigaldada kanduri poolsele küljele



2.6.8 Paigaldussüsteemi valimine vastavalt kandevõimetele

Paigaldussüsteemidele nagu universaalsüsteemid, U-profiilisüsteemid, I-profiilisüsteemid ja trapetsikujulised süsteemid pakub OBO ka sobivat koormusinfot, sh täiendavaid koormustabeleid, mille abil saab valida sobiva paigaldussüsteemi.



Seina- ja profiilikanduri AW 15 kinnitusankrute koormuse tunnusväärtused – seinakinnitus

Katseobjekt	Jõud F (SWL)	Pikkus B
AW 15 11 FT	1,5 kN	110 mm
AW 15 16 FT	1,5 kN	160 mm
AW 15 21 FT	1,5 kN	210 mm
AW 15 31 FT	1,5 kN	310 mm
AW 15 36 FT	1,5 kN	360 mm
AW 15 41 FT	1,5 kN	410 mm
AW 15 51 FT	1,5 kN	510 mm
AW 15 56 FT	1,5 kN	560 mm
AW 15 61 FT	1,5 kN	610 mm

Deformatsiooni mõõtepunkt m | vastavalt IEC 61537, peatükk 10.8.1

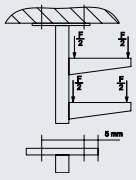
Max koormus F kokku = kaabli raskus + kaabli renn + kandur

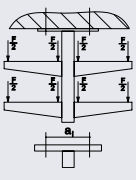
Seina- ja profiilikanduri AW 15 kinnitusankrute koormuse tunnusväärtused – seinakinnitus

Koormus [kN]				
Kanduri pikkus [mm]	110	210	310	410
Ankru tüüp				
BZ-U 10-10-30/90	1,2	1,2	1,2	1,2

Kui tegemist on pragunemata betooniga, suureneb kandevõime mitu korda. Esitatud andmed põhinevad C20/25-tugevusklassiga betoonil. Järgida tuleb DIBt-loa (ankur) paigaldustingimusi!

Ankrute iseloomulikud koormusväärtused US 3 K riputusprofiili jaoks.

Ühepoolne koormus					
		Maksimaalne koormus [kN]			
		Kanduri pikkus [mm]			
	Ankru tüüp	110	210	310	410
	BZ-U 8-10-21/75	2,00	1,50	1,15	0,90
	BZ-U 10-10-30/90	3,50	2,70	2,00	1,75

Kahepoolne koormus					
		Maksimaalne koormus [kN]			
		Kanduri pikkus [mm]			
	Ankru tüüp	110	210	310	410
	BZ-U 8-10-21/75	3,75	3,25	2,8	2,50
	BZ-U 10-10-30/90	6,00	5,80	5,00	4,50

Max koormus F kokku = kaabli raskus + kaabli renn + kandur + riputusprofiil. Tabeli väärtused mõlemapoolsel koormamisel arvestavad olemasolevat teljevahet $a_i = 10$ cm. Kui tegemist on pragunemata betooniga, suureneb kandevõime mitu korda. Esitatud andmed põhinevad C20/25 tugevusklassiga betoonil. Järgida tuleb DIBt-loa (ankur) paigaldustingimusi!

Täpsemat infot leiab OBO tööstuspaigaldiste kataloogist ja tööstuspaigaldiste projekteerimise abivahendist.

2.6.9 Ankursüsteemi lõppkontrolli teostamine

Vastavate ankurdussüsteemide iseloomulikke kandevõimeid on juba arvesse võetud peatükkide "1.3.6 Terviksüsteemi eelvalimine" ja "1.3.7 Kinnitussüsteemi valimine vastavalt kandevõimele" valikutabelites. Seetõttu tuleb kandeväärtusi mõista kui staatilist tõendit.

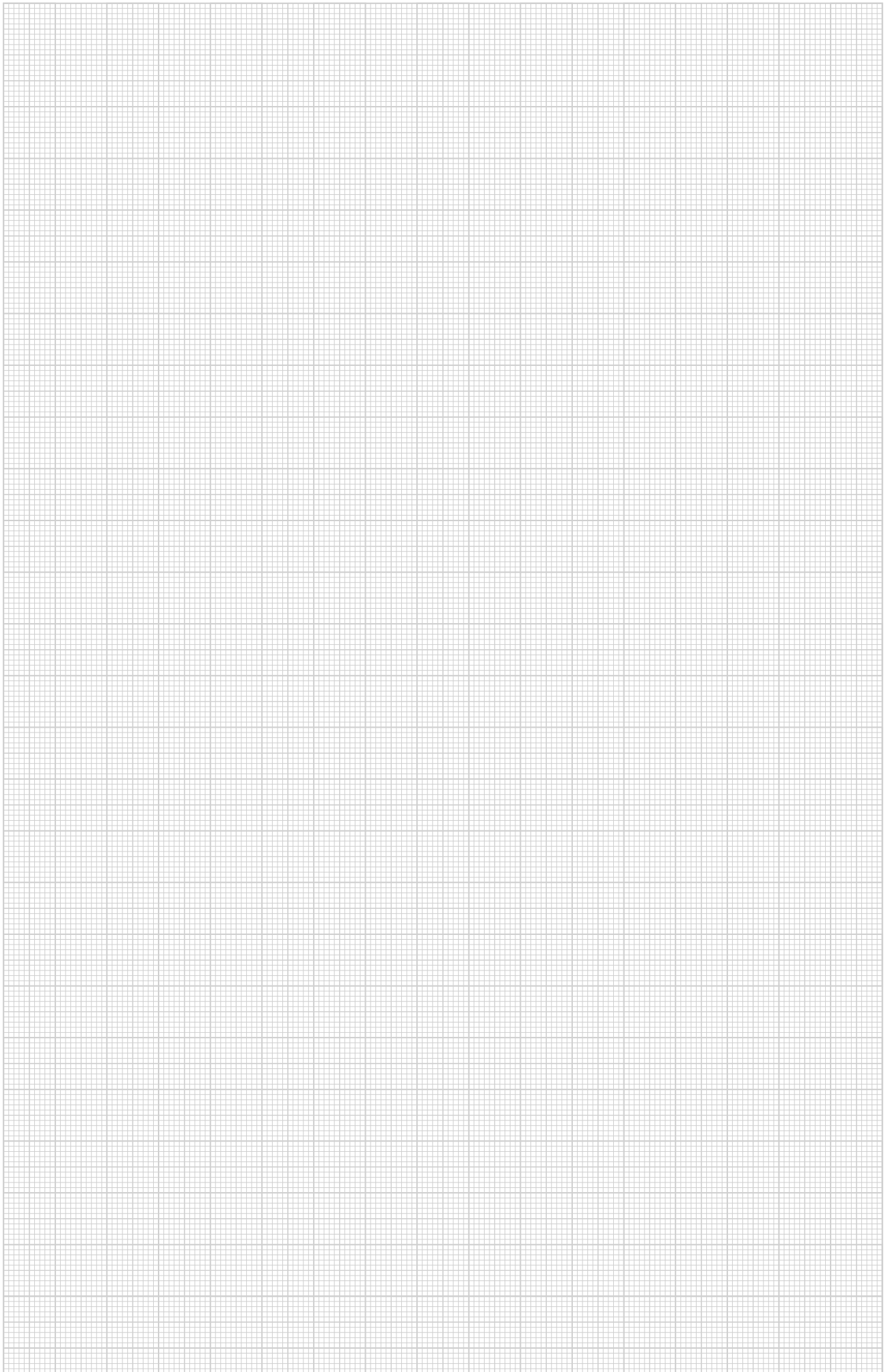
Standardne ankurdussügavus

Koormused ja parameetrid	Ankurdussügavus	Puuraugu Ø	Puuraukude sügavus	Kinnitatava detaili paksus	Lub koormusvahemik tõmbetsoonis
	mm	mm	mm	mm	kN
M 8-100/165	46	8	60	100	2,4
M 10-75/155	60	10	75	75	4,3
M 10-100/180	60	10	75	100	4,3
M 10-150/230	60	10	75	150	4,3
M 12-15/110	70	12	90	15	7,6
M 12-85/180	70	12	90	85	7,6
M 12-105/200	70	12	90	105	7,6
M 12-160/255	70	12	90	160	7,6
M 16-15/135	85	16	110	15	11,9

Vähendatud ankurdussügavus

Koormused ja parameetrid	Ankurdussügavus	Puuraugu Ø	Puuraukude sügavus	Kinnitatava detaili paksus	Lub koormusvahemik tõmbetsoonis
	mm	mm	mm	mm	kN
M 8-111/165	35	8	49	111	2,4
M 10-95/155	40	10	55	95	3,6
M 10-120/180	40	10	55	120	3,6
M 12-35/110	50	12	70	35	6,1
M 12-105/180	50	12	70	105	6,1
M 12-125/200	50	12	70	125	6,1
M 16-35/135	65	16	90	35	9,0

Koormusväärtusi saab vaadata ka DIBT/ETA-st.

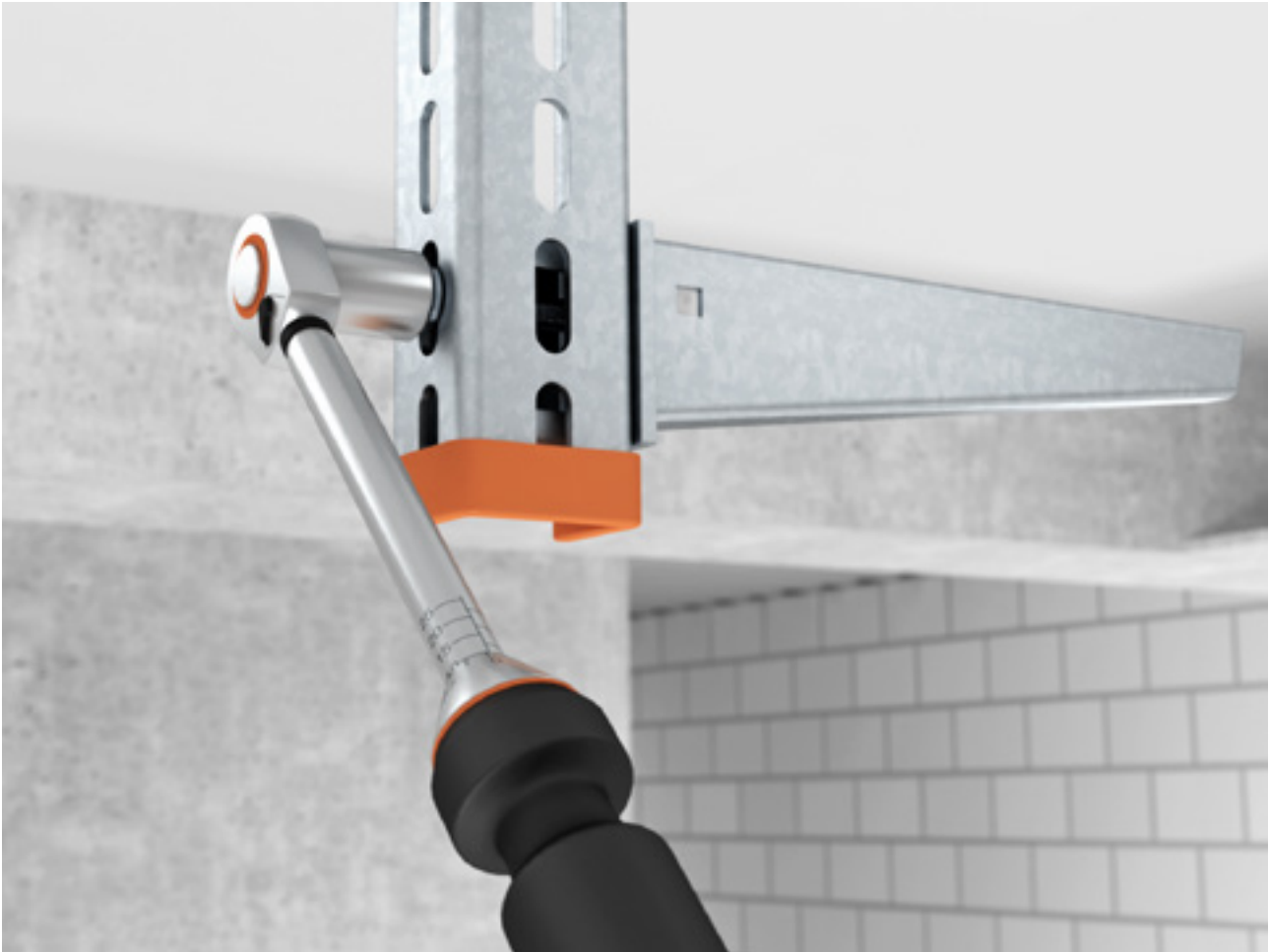


3. Paigaldustingimused

3.1	Poltide pingutusmomendid	25
3.2	Meeterkeermega terasest poltide pingutusmomendid	25
3.3	Meeterkeermega roostevabast terasest poltide pingutusmomendid	25

3.1 Poltide pingutusmomendid

Kaablikandekonstruksiooni paigaldamisel kehtivad poltidele/nutritele erinevad pingutusmomendid. Pange tähele, et määratud pingutusmomendid on ainult ligikaudsed, mittesiduvad juhised (vt VDI 2230)!



3.2 Meeterkeermega terasest poltide pingutusmomendid

Keere	Tugevusklass 5.6	Tugevusklass 8.8
	Hõõrdetegur 0,14	
M6	4,80 Nm	11,30 Nm
M8	11,60 Nm	27,30 Nm
M10	23,10 Nm	54,00 Nm
M12	40,40 Nm	93,00 Nm
M14	64,70 Nm	148,00 Nm
M16	100,70 Nm	230,00 Nm

3.3 Meeterkeermega roostevabast terasest poltide pingutusmomendid

Keere	Tugevusklass 70	Tugevusklass 80
	Hõõrdetegur 0,20	
M6	9,70 Nm	12,90 Nm
M8	23,60 Nm	31,50 Nm
M10	46,80 Nm	62,40 Nm
M12	81,00 Nm	108,00 Nm
M14	129,00 Nm	172,00 Nm
M16	201,00 Nm	269,00 Nm

Toodete vastavad tugevusklassid leiate vastavatelt tootelehtedelt, mis on allalaadimiseks saadaval koos meie toodetega meie veebisaidil obo.ee.

4. Tootestandardi IEC 61537:2006 koormusväärtused

4.1 Mõisted	27
4.2 Üldnõuded	27
4.3 Märgistus ja dokumentatsioon	27
4.4 Klassifikatsioon	28
4.5 Mehaanilised koormustestid ohutu töökoormuse (SWL) määramiseks	29
4.5.1 Kaabliteed mitmeavalise kandekonstruktsioonina	30
4.5.2 Kaabliteed üheavalise kandekonstruktsioonina	30
4.5.3 Lisadetailid	31
4.5.4 Profiilikandurid	31
4.5.5 Profiilid	31
4.6 Kanduritega profiilide ohutu paigaldamine	32
4.6.1 Elektrilised katsetused	32
4.6.2 Tulekahju ohud	33

4.1 Mõisted

Saksamaal on DIN EN 61537:2007-09 „Renn- ja redelsüsteemid kaablite paigaldamiseks" praegu kehtiva standardi IEC 61537:2006 tõlge. See määrab kindlaks nõuded ja testid kaablikandesüsteemidele, mis on ette nähtud kaablite ja juhtmete ning muude elektriseadmete toetamiseks ja paigutamiseks elektripaigaldistesse või sisesüsteemidesse.

Rahvusvaheline ekspertide komitee töötab praegu standardi IEC 61537 uue versiooni kallal.

Lisateavet kaablikandesüsteemide põhitervinoloogia kohta leiab teatmiku „Kaablikandesüsteemide omadused" 3. peatükist.

4.2 Üldnõuded

Tootestandard määratleb lisaks täpsetele testimisnõuetele ka üldnõuded süsteemile.

Kaablikandesüsteemide mõõtmed ja kvaliteet peavad olema sellised, et sihipärasel kasutamisel vastavalt tootja juhiste (siia hulka kuulub ka paigaldusjuhend) oleks tagatud usaldusväärne tugi neis paiknevatele kaablitele või juhtmetele. Süsteem ei tohi kujutada endast põhjendamatut riski ega ohtu kasutajale või kaablitele. Kaablikandekonstruktsioonid ei ole üldiselt mõeldud inimeste või muude punktkoormuste toetamiseks.

Praktikas ohutute ja usaldusväärsete tulemuste saavutamiseks viiakse iga katse läbi vähemalt kolme katseobjektiga. Kõik need peavad katse edukalt läbima.

Katsetemperatuurina on nõutav 20°C, mis on laboris tavapärane. Kuna enamik selle ala tooteid on valmistatud terasest, on temperatuuril tavapäraste rakenduste puhul väga väike roll. Selle standardiga määratud kõige olulisemad mehaanilised omadused ei ole suures osas temperatuuri suhtes tundlikud. Plastsüsteemide puhul peaks kasutaja aga tähelepanelikult jälgima, kas süsteemi on ettenähtud temperatuurivahemikus testitud ja kas ta on sobiv seal kasutamiseks.

4.3 Märgistus ja dokumentatsioon

Iga süsteemikomponent peab olema püsivalt ja loetavalt märgistatud tootja nime või kaubamärgiga ja toote tunnusega (nt tüüp või tootenumber). Teise võimalusena võib märgistuse kinnitada väikseimale pakendiühikule.

Õigeks ja ohutuks paigaldamiseks peab tootja esitama paigaldusjuhised. See sisaldab teavet soojuspaisumisomaduste kohta, klassifikatsiooniteavet vastavalt 6. peatükile, teavet potentsiaaliühtlustuse ja toote mõõtmete kohta (ristlõike üldpindala, toote kasutatav laius ja kasutatav kõrgus koos paigaldatud kattega, lisadetailide väikseim siseraadius, kaabliteede perforatsioonide ja avade mõõtmed, samuti ristpulkade mõõtmed, ristpulkade vahed ja nende perforatsioon). Lisaks peab dokumentatsioon sisaldama teavet poltühenduste pingutusmomentide kohta.

Seoses kaabliteedega peab tootja esitama teabe tugede vahed, jätkuelementide asukoha ja tüübi kohta sildeavas ning kaabliteede ja jätkuelementide ohutu töökoormuse (SWL) kohta.

Sealjuures võivad kaabliteed olla erinevalt paigaldatud. Need võivad olla paigaldatud horisontaaltasapinnale horisontaalse liikumissuunaga. Siin eristatakse kas üksikuid tugede vahesid (üheavaline kandekonstruktsioon) või mitut tugede vahet (mitmeavaline kandekonstruktsioon). Või paigaldatud vertikaaltasapinnale. Siin eristatakse vertikaalset kulgemissuunda (nn vertikaaltrassid/püstakud) ja horisontaalset kulgemissuunda (tavaline lahendus elektrijaamades).

Lisadetailide puhul tuleb deklareerida SWL, kui need ei ole otseselt toetatud, samuti lisadetailide kaugus lähimate tugedeni.

Samuti tuleb täpsustada kandurite ja profiilide ohutu töökoormus.

4.4 Klassifikatsioon

Kõik kaablikandesüsteemid klassifitseeritakse standardi IEC 61537 6. peatüki kohaselt numbrisüsteemi alusel. Selle järgi tunneb kasutaja kergesti ära kaablikandesüsteemi omadused.

6.1	Materjal
6.1.1	Metallist komponent
6.1.2	Mittemetallist komponent
6.1.3	Segakonstruktsioon

6.2	Leegi levikukindluse järgi
6.2.1	Leegi levikut soodustav
6.2.2	Leegi levikut mittesoodustav

6.3	Elektrijuhtivuse omadus
6.3.1	Elektrit mittejuhtivate omadustega
6.3.2	Elektrit juhtivate omadustega

6.4	Elektrijuhtivus
6.4.1	Elektrit juhtiv süsteemikomponent
6.4.2	Elektrit mittejuhtiv süsteemikomponent

6.5	Korrosioon/pinnakatted
6.5.1	Mittemetallilised süsteemikomponendid
6.5.2	Metallilise pinnatöötlusega teras või roostevaba teras

Klassid 0 – 9D vt tabelit

Klass	Võrdlusmaterjal ja pinnatöötlus
0 ^a	puudub
1	galvaaniline tsinkkate minimaalse kihi paksusega 5 µm
2	galvaaniline tsinkkate minimaalse kihi paksusega 12 µm
3	kuumtsingitud (lintmeetodil tsingitud) kuni klassini 275, vastavalt standardile EN 10327 ja EN 10326
4	kuumtsingitud (lintmeetodil tsingitud) kuni klassini 350, vastavalt standardile EN 10327 ja EN 10326
5	kuumtsingitud (kastmismeetodil tsingitud) minimaalse kihi paksusega 45 µm vastavalt standardile ISO 1461
6	kuumtsingitud (kastmismeetodil tsingitud) minimaalse kihi paksusega 55 µm vastavalt standardile ISO 1461
7	kuumtsingitud (kastmismeetodil tsingitud) minimaalse kihi paksusega 70 µm vastavalt standardile ISO 1461
8	kuumtsingitud (kastmismeetodil tsingitud) minimaalse kihi paksusega 85 µm vastavalt standardile ISO 1461 (tavaliselt kõrglegeeritud räniteras)

9A	roostevaba teras, toodetud standardi ASTM kohaselt: A 240/A 240M – 95a tähis S30400 või EN 10088 klass 1-4301 ilma lõpptöötluseta ^b
9B	roostevaba teras, toodetud standardi ASTM kohaselt: A 240/A 240M – 95a tähis S30400 või EN 10088 klass 1-4404 ilma lõpptöötluseta ^b
9C	roostevaba teras, toodetud standardi ASTM kohaselt: A 240/A 240M – 95a tähis S30400 või EN 10088 klass 1-4301 lõpptöötlusega ^b
9D	roostevaba teras, toodetud standardi ASTM kohaselt: A 240/A 240M – 95a tähis S30400 või EN 10088 klass 1-4404 lõpptöötlusega ^b

^a Materjalide puhul, millel puudub deklareeritud korrosioonikindluse klassifikatsioon.

^b Lõpptöötlust kasutatakse selleks, et parandada terastoodete kaitset pilukorrosiooni ja teiste saastumisviiside vastu.

6.5	Korrosioon/pinnakatted
6.5.3	Alumiiniumisulam või muud metallid
6.5.4	Metallilise ja orgaanilise kattega

6.6	Temperatuurid
6.6.1	Miinumtemperatuur -50 °C / -40 °C / -20 °C / -15 °C / -5 °C / +5 °C
6.6.2	Maksimumtemperatuur +150 °C / +120 °C / +105 °C / +90 °C / +60 °C / +40 °C

6.7	Kaablirennitee pinnaperforatsioon
A	≤ 2 %
B	> 2 %
C	> 15 %
D	> 30 % (IEC 60364 5 52)

6.8	Kaablirennitee pinnaperforatsioon
X	≤ 80 %
Y	> 80 %
Z	> 90 % (IEC 60364 5 52)

6.9	Löögikindlus
6.9.1	Kuni 2 J
6.9.2	Kuni 5 J
6.9.3	Kuni 10 J
6.9.4	Kuni 20 J
6.9.5	Kuni 50 J

4.5 Mehaanilised koormustestid ohutu töökoormuse (SWL) määramiseks

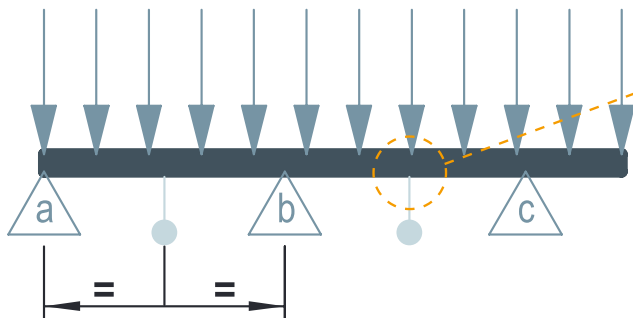
Standardi oluline põhiülesanne on ohutu töökoormuse kohta antava teabe kontrollimine võrreldavas ja taastoodetavas raamistikus. See saavutatakse erinevate katsemeetodite abil. Praktiliseks rakendamiseks on oluline, et jätkuelemendid oleksid paigutatud nii, nagu on kirjeldatud tootja juhistes või tootelehtedes, vastasel juhul ei saa ohutut töökoormust tagada.

Üldiselt tuleb teha kaks katset, minimaalse- ja maksimaalse temperatuuri juures. Teraskomponentide puhul piisab katsetamisest vaid ühel temperatuuril vahemikus $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ kuni $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$, kuna standardi kohaselt ei muutu mehaanilised omadused rohkem kui 5 % keskmisest väärtusest temperatuurimuutuse tõttu.

Kõik katseprotseduurid näevad ette, et katsekehadele rakendatakse seadistamise võimaldamiseks eelkoormust - 10 % kaabliteele ja 50 % kandvatele osadele. Seejärel eemaldatakse koormus uuesti ja sellest olekust lähtuvalt mõõdetakse deformatsioone.

Kõigile katsenäidistele rakendatakse esmalt nominaalne ohutu töökoormus (SWL) ja kui rikkekriteeriumid on täidetud, suurendatakse koormust 1,7-kordse ohutu töökoormuse seni.

Esimene rikkekriteerium on lubatud deformatsioon nominaalse ohutu töökoormuse korral. Kaablirennide ja liitmike



pikiläbipaine ei tohi ületada maksimaalselt 1/100 sildevahet ja ristläbipaine ei tohi ületada maksimaalselt 1/20 nimilausest (kaabliteed, lisadetailid, tugeielemendid). Lisaks on kandurite puhul SWL-i (ohutu töökoormuse) ristisuunaline deformatsioon piiratud maksimaalselt 30 mm-ga. Tugi võib nominaalse ohutu töökoormuse (SWL) all painduda maksimaalselt 1/20 oma pikkusest. Loomulikult ei tohi katseobjektidel ja ühendustel esineda kahjustusi ega purunemisi.

Pikisuunalist läbipainet mõõdetakse iga vahemiku [ab] ja [bc] keskel kaablikandekonstruktsiooni vasaku ja parema väliskülje (1 ja 3) arvatud keskmisena. Ristisuunaline lä-

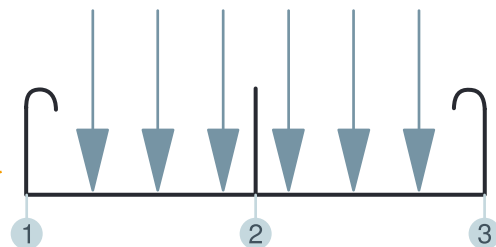
bipaine määratakse samas punktis, kaablikandekonstruktsiooni põhja keskel (2) oleva anduri mõõdetud väärtuse ja pikisuunalise läbipainde keskmise väärtuse (σ_{13}) vahena.

Teine rikkekriteerium on see, et süsteem ei tohi kokku kukkuda 1,7-kordse koormuse korral. Tugev deformatsioon ja paindumine on suurenenud koormuse korral aga lubatud.

Erikoormusi, nagu nn paigalduskoormus, lumi, vihm, jää, tuul, seismilised või termilised pinged selle meetodiga ei kontrollita. Standardi järgi ei loeta lume- ja tuulekoormust ega muid keskkonnoahtusid tootja vastutuseks. Paigaldust planeerides peaks neid mõjusid vajadusel arvesse võtma.

Põhimõtteliselt kontrollitakse selle meetodiga kaabliteede ja nende ühenduste, lisadetailide ja kandeelementide ohutut töökoormust (SWL).

Vertikaaltasapinnale paigaldatud ja horisontaalselt kulgevate (tüüpiline lahendus elektrijaamades) ja vertikaaltasapinnale paigaldatud ning vertikaalselt kulgevate kaabliteede teste praegu kehtivas standardis ei käsitleta. Uus standardi kavand näeb selleks ette standardiseeritud testi. OBO Bettermann suudab lahenduste tarbeks elektrijaamades juba



praegu ette näidata mõningaid sellele standardile vastavaid koormusväärtusi.

Täiuslikkuse huvides tuleks siinkohal ära märkida nn löögi-tugevuse katse vastavalt standardile IEC 60068-2-75. Selle protsessi käigus kukutatakse kindla massiga haamer eelnevalt kindlaksmääratud kõrguselt erinevatele katsekehadele, esmalt korpusele või ristpulgale ja seejärel igale küljeosale. Pärast katset ei tohi katsekehadel olla mingeid ohutust vähendavaid purunemise ja/või deformatsiooni märke.

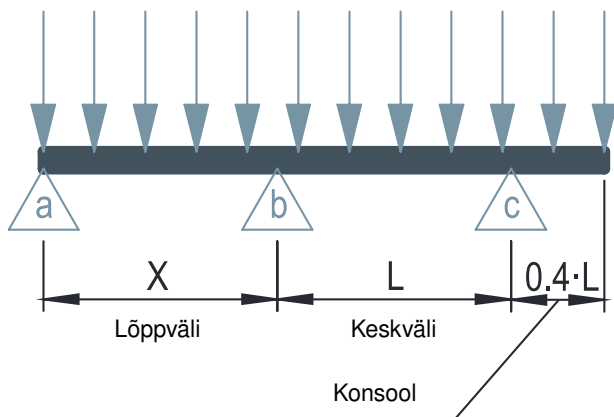


Löögienergia [J]	Haamri mass [Kg]	Langemise kõrgus [mm]
2	0,5	400
5	1,7	295
10	5,0	200
20	5,0	400
50	10,0	500

4.5.1 Kaabliteed mitmeavalise kandekonstruktsioonina

Mitmeavalisest kandekonstruktsioonist räägitakse siis, kui kaablikandekonstruktsioonide (rennid või redelid) ja kandelementide jada hõlmab tugipunktide vahel rohkem kui ühe vahemiku, st sellel kaablikandekonstruktsioonil on mitu tugipunkti. See on kaablikandesüsteemide valdav paigaldusviis.

Enamik kaablikandesüsteeme on paigaldatud nii, et nende põhi on horisontaaltasapinnas ja nad ka kulgevad horisontaalsuunas. Standard pakub selle paigaldustüübi jaoks viit erinevat tüüpi testi, mis on seotud teatud tingimustega. Selle eesmärk on tagada ohutu töö kõikides tingimustes.

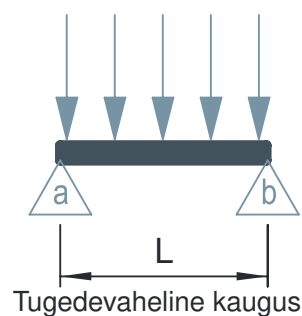


Testimisviis	Tingimused
I	<ul style="list-style-type: none"> Kliendi jaoks ei ole piiranguid selles osas, kuhu jätkuelemendi võib paigaldada Otsaavade ulatus ei ole piiratud $X = L$ Katses paigaldatakse jätkuelement lõppvälja keskele tugede a ja b vahele
II	<ul style="list-style-type: none"> Otsaavades (lõppväljas) pole ühendused lubatud Tootja võib otsatugede vahet vähendada. $X \leq L$ (tavaliselt $X = 0,8 \cdot L$) Jätkuelement paigaldatakse katses tugede b ja c vahelise keskvälja keskele
III	<ul style="list-style-type: none"> Kaablitee pikkus on võrdne kas ühe- või mitmekordse tugedevahelise kaugusega L Kui kaablitee on 1,5 korda pikem tugedevahelisest kaugusest ja jätk paikneb 25% piires lõppvälja toest Jätkuelemendi asukohta lõppväljas määrab tootja Tootja võib otsatugede vahet vähendada $X \leq L$ Jätkuelement paigaldatakse katses igasse välja tugede a, b ja c vahele
IV	<ul style="list-style-type: none"> Lokaalsete nõrkade kohtadega tooted Nõrk koht paigutatakse otse kanduri kohale Katse tingimused nagu I või II, väikese kõrvalekaldega nii, et nõrk koht paigaldatakse otse toe b kohale
V	<ul style="list-style-type: none"> Mitme toetusvahemiku testimine, kui $L > 4 \text{ m}$ (pika sildega kaablikandekonstruktsioonid)

4.5.2 Kaabliteed üheavalise kandekonstruktsioonina

Kui kaablikandurite süsteemi lõik koosneb kaabliteedest ja täpselt kahest lõigu kummaski otsas asuvast tugipunktist, nimetatakse seda üheavaliseks kandekonstruktsiooniks. Teisisõnu, sellel on üks tugede vahe. See võib juhtuda koridoride ületamisel või ühelt tugisambalt teisele üleminekul, kui kaablikandesüsteem ei jätku pidevalt üle mitme välja, vaid süsteem lõpeb iga toe juures. Selline eristamine mitme avaga toest on oluline, kuna süsteemi koormus muutub sama kaablikoormuse korral meetri kohta.

Ka üheavalised kaablikandekonstruktsioonid paigaldatakse valdavalt horisontaaltasapinnale horisontaalse käigusuunaga. Katse ajal tuleb jätkuelement asetada välja keskele, kui tootja ei ole teisiti ette näinud.

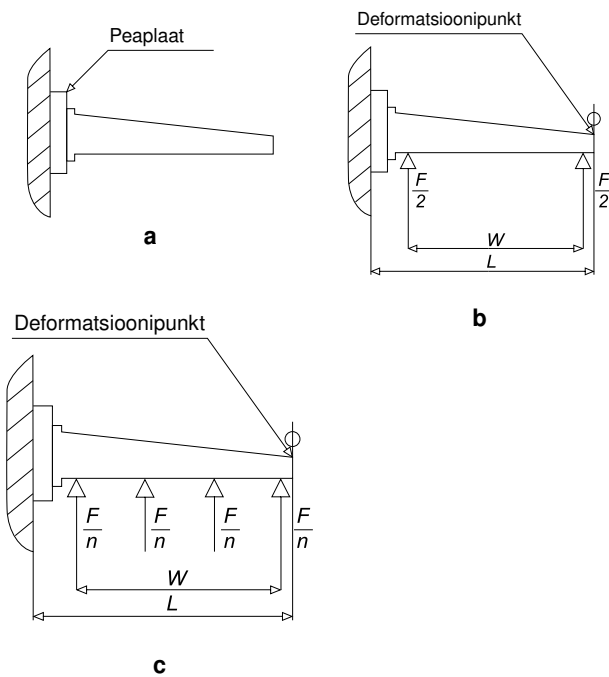


4.5.3 Lisadetailid

Lisadetailidele (poognad, T-hargmikud, rishargmikud), mis on paigaldatud põhjaga horisontaaltasapinnale, kui süsteem kulgeb horisontaalselt, näeb standard ette samuti testimise, kui liitmiku ennast ei toeta paigalduselement. Vahemaa Y kuni järgmise kandurini määrab tootja.

4.5.4 Profiilikandurid

Kandureid testitakse kasutamiseks kas seinal või profiilil (a). Koormust rakendatakse kahes punktis, kui kandur on ettenähtud kaablirenni ja kaabliredeli jaoks (b). Kui kandur on ette nähtud eranditult kaablirennide jaoks, rakendatakse koormust ühtlaselt mitmes punktis (c). Tänu sellele on kandur allutatud väiksemale pingele ja saavutab suurema ohutu töökoormuse. OBO Bettermannis kontrollitakse üldiselt alati halvimat juhtumit. See tagab, et alati saavutatakse ohutu töökoormus.



4.5.5 Profiilid

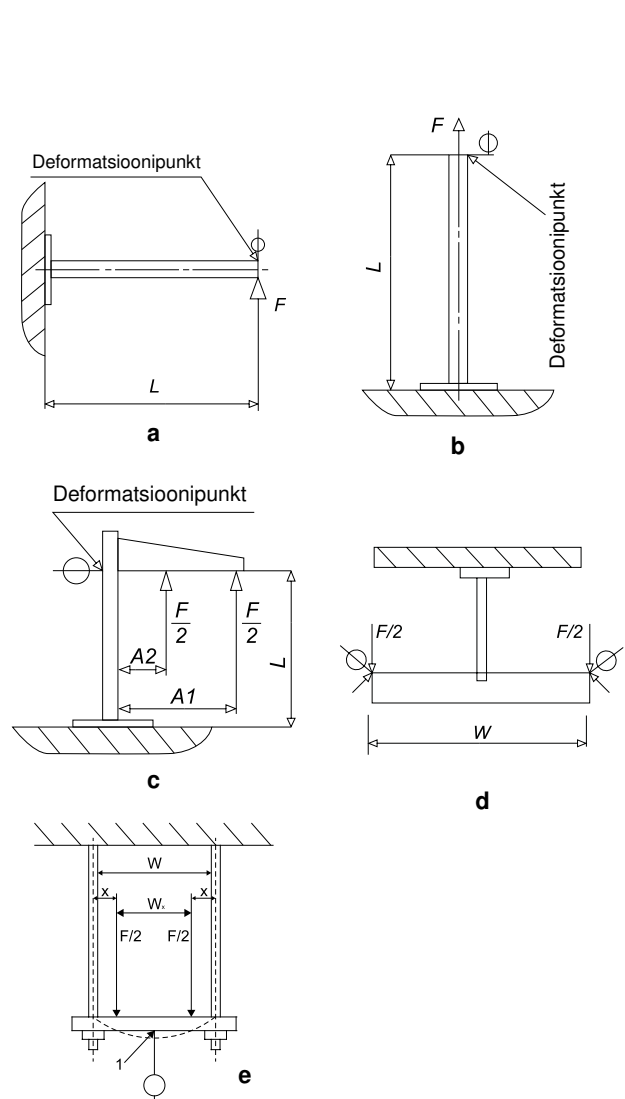
Niinimetatud ripp-profiile testitakse koguni kolmel korral.

Peaplaadile kinnitatud profiili paindemomendi katsetamine (a), toimub ideaaljuhul profiili pikkuse 0,8 m juures. Ohutu töökoormuse andmed esitatakse kui $M1$, kas Nm või kNm.

Profiilide või peaplaadi (b) tõmbetugevuse katsetamine, SWL-i andmed F esitatud kas N või kN.

Profiilide paindemomendi katsetamine koos kanduritega (c), $M2$ andmed esitatud kas Nm või kNm. See test tuleb läbi viia pikkustel $L = 0,5$ m, $1,0$ m ja $1,5$ m, eeldusel, et tooted on tootevalikus saadaval. Sealjuures testitakse profiile kombinatsioonis kõige tugevama ja kõige suurema sellele profiilile soovitatud kanduriga.

Väiksemat rolli mängivad testid keskselt (d) ja otsest (e) kinnitatud riputitega. Saksakeelses keeleruumis tuntakse seda rahvasuus ka ahvikiiguna (Affenschaukel). Sel juhul kasutatakse pingele allutatud elementidena kahte keermevarrast või jäiga profiiliga ripp-tuge (ripp-profiili).

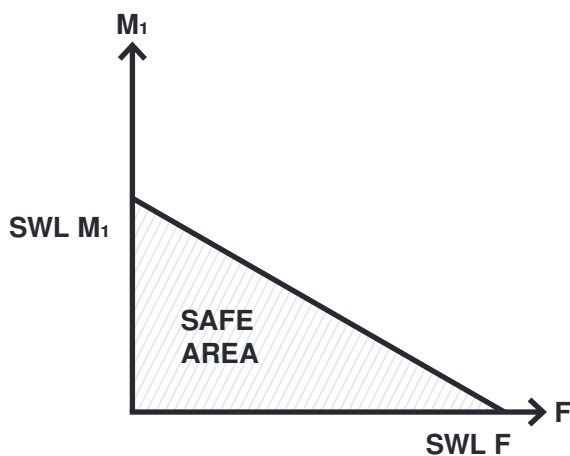
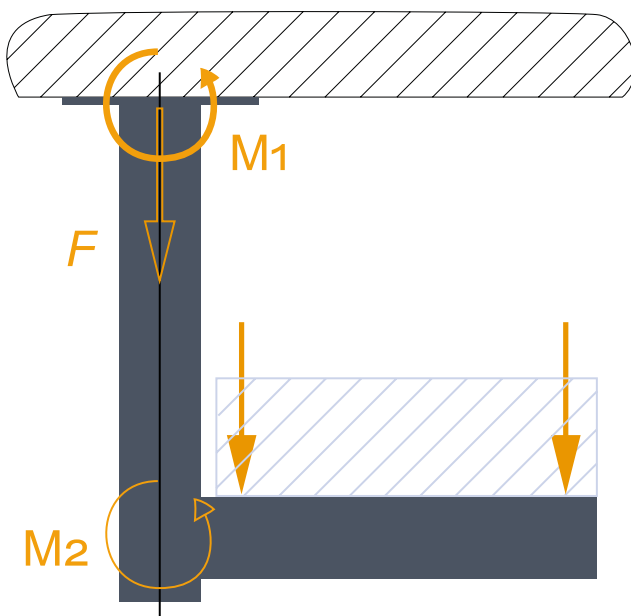


Joonistel on kujutatud standardiseeritud katsestruktuuri

4.6 Kanduritega profiilide ohutu paigaldamine

Riputusprofiili paigaldamist koos kanduriga peetakse ohutuks, kui on täidetud järgmised tingimused.

1. Igale kandurile rakendatav koormus on väiksem kui konkreetse kanduri jaoks märgitud ohutu töökoormus (10.8.1).
2. M2 kanduritega profiilide paindemoment on väiksem kui kasutatava profiilipikkuse ohutu töökoormus (10.8.2.3). Erineva pikkusega katsetulemuste interpoleerimine on lubatud.
3. Sellest tulenev paindemoment M1 peaplaadil ja sellest tulenev jõud F on ohutus vahemikus (SAFE AREA)



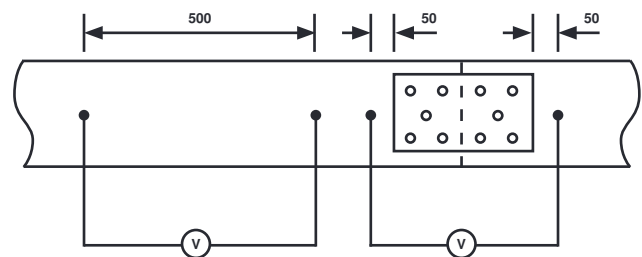
4.6.1 Elektrilised katsetused

Standardile vastavad tooted on tavakasutusel elektromagnetiliste mõjude (emissioon ja häirekindlus) suhtes passiivsed. Seetõttu ei ole EMÜ teema standardi osa, kuid see on praktikas oluline teema, mida käsitletakse käesolevas väljaandes mujal. Kui kaablikandekonstruktsioonid paigaldatakse kaabelduspaigaldise osana, võib paigaldis kiirata elektromagnetilisi signaale või siis nende poolt mõjutatud olla. Mõjutuste määr sõltub paigaldise iseloomust töökeskkonnas ja kaabliga ühendatud seadmetest.

Vastavalt standardile IEC 61537 testitakse kas elektrijuhtivust või siis elektriisolatsiooni omadusi. See sõltub sellest, kuidas süsteem klassifitseeriti.

Punkti 6.3.2 kohaselt elektrit juhtivateks klassifitseeritud kaablikandesüsteemid peavad olema piisava elektrijuhtivusega, et tagada potentsiaaliühtlustus ja vajaduse korral ühendus(ed) maaga, olenevalt kaablikandesüsteemi raketusest. Kahest kaabliteest ja süsteemiga seotud jätkuelementidest koosnevat süsteemi läbib 25 A vahelduvvool, mille avatud vooluahela pinge on kuni 12 V (AC 50 – 60 Hz). Esimene pingelang mõõdetakse jätkuelemendi kõrval iga 50 mm järel. Sellest tulenev impedants (kontakttakistus) ei tohi ületada 50 mΩ. Erinevaid jätkuelemente (kui neid on) tuleb katsetada eraldi. Teist pingelangust mõõdetakse 500 mm kaugusel ilma ühenduspunktita. Sellest tulenev impedants ei tohi ületada 5 mΩ/m.

Kaablikandesüsteemid, mis on klassifitseeritud punkti 6.4.2 kohaselt „elektriliselt mittejuhtivate süsteemikomponentidena“, loetakse mittejuhtivateks, kui pinna eritakistus on suurem kui 100 mΩ. Metallist valmistatud ja kaanega kaetud kaablikandesüsteeme peetakse üldiselt juhtivateks.



4.6.2 Tulekahju ohud

Üldjuhul ei saa kaablikandesüsteem tulekahju põhjustada, küll aga tulekahjusse oma panuse anda. Kaablikandesüsteemide projekteerimisel näeb standard ette, et mittemetallist komposiitmaterjalid, mis võivad elektririkketest tuleneva ebatavalise kuumuse kätte sattuda, peavad olema raskelt süttivad. Sel eesmärgil viiakse hõõgtraadi test läbi vastavalt standardi IEC 60695-2-11:2000 jaotisele 4-10 hõõgtraadi temperatuuriga 650 °C. Leeki mittelevitavad süsteemikomponendid ei tohi kas süttida või nad peavad olema piiratud leegi levimise omadusega.

5. Deklaratsioonid

5.1 Sertifikaadid	35
5.2 VDE-kohane heakskiit	35
5.3 UL sertifikaat	35
5.4 Underwriters Laboratories (UL) ja Canadian Standards Association (CSA Group)	35
5.5 EPD Environmental Product Declaration	36
5.6 Ohutuse seisukohalt oluliste elektrisüsteemide funktsioneerimise tagamine	36
5.7 Integreeritud toimetamisega kaablisüsteemid	37
5.8 DIN 4102 osa 12: Sisu ja nõuded	37
5.9 VDE 0100 Maandus: määratlus, standardid ja juriidilised nõuded	37
5.10 Rahvusvahelised standardid	38
5.11 EÜ vastavusdeklaratsioonid	39

5.1 Sertifikaadid

OBO tootekvaliteet on tihedalt seotud pidevate katsete ja kontrollidega – seetõttu valmistame peaaegu kõiki tooteid ise. See tohutu omatoodete osakaal on meie kvaliteedistandardite väljendus. Meie töötajad vastutavad isiklikult OBO toodete kvaliteedi ja saadavuse eest – alates konstruktsioonist ja kasutatud materjalidest ning lõpetades tootmise ja logistikaga. Arvukad heakskiidud rõhutavad meie kõrgeid nõudeid kvaliteedile ja toodete funktsionaalsusele. Lisaks integreeritud kvaliteedijuhtimisele, mis on aluseks meie 1994. aastast eksisteerivale ISO 9001 sertifikaadile ning tähistab selgelt määratletud ja praktiseeritud protsesse, on meil ka teisi tootespetsiifilisi sertifikaate olenevalt tootest ja nõuete valdkonnast. Need tagavad, et vastavad tooted vastavad riiklikele või riigipõhiste standarditele ja on välja antud sõltumatute sertifitseerimisasutuste poolt. Lisaks tehakse olenevalt sertifikaadist ja instituudist iga-aastased korduvad auditid, et kontrollida aktuaalseid tootmisprotsesse. Olulisemaid sertifikaate kaablikandesüsteemide valdkonnas kirjeldatakse täpsemalt allpool.



5.2 VDE kohane heakskiit

VDE on elektrotehnika, elektroonika ja infotehnoloogia nendega seotud teaduslike uurimiste ja neil põhineva tehnoloogia ja rakenduste ühendus. Elektroonikaseadmete **VDE-märkis** tähistab

ühildumist VDE- või Euroopa nõuetega või rahvusvaheliselt harmoniseeritud standarditega ning kinnitab vastavates direktiivides kirjeldatud ohutusnõuetest kinnipidamist. VDE-märkis seisab tooteohutuse eest elektrilisest, mehaanilisest, soojuslikest, toksikoloogilisest, radioloogilisest ja muudest ohtudest lähtudes.

VDE kontrollmärkis kinnitab, et meie tooteid, nagu näiteks RKSM kaabliirenn, on testitud nõuetekohaselt vastavalt aluseks olevatele standarditele.

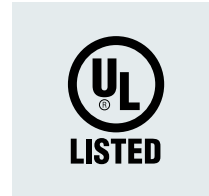


5.3 UL sertifikaat

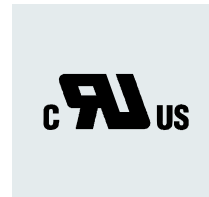
Underwriters Laboratories (lühend UL) on sõltumatu organisatsioon, mis uurib ja sertifitseerib toodete ohutust. **UL-kontrollmärkis** tähistab toote tõestatud vastavust USA

ja Kanada ohutuseeskirjadele. UL-kontrollmärkis on aga ka üks tuntumaid kvaliteedisümboleid kogu maailmas ja seda peetakse usaldusväärseks tõendiks kasutatava toote ohutuse kohta.

Olenevalt tootest ja kasutusala pakub UL erinevaid sertifikaate koos nendega seotud kontrollmärkistega. Kõige sagedamini kasutatavad märgised on UL-i märkis „UL Listed“, „Recognised Component“ ja „UL-i klassifikatsioonimärkis“.



UL-Listed märkis tõendab, et tootenäidis on kontrollitud ja vastab UL-i ohutusnõuetele.



Recognised Component märkis kasutatakse tõenäolisemalt süsteemi komponentidel, nagu lülitid või toiteallikad.









Kaablikandesüsteemide määravaks testmääriseks on **UL klassifikatsioonimärkis**, mis tõendab teatud tooteomaduste testimist ja hindamist. Siin kasutatakse USA standardiorganisatsiooni NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

järgi jõudluskriteeriume ja katsemeetodeid, et testida ja kinnitada toodete toimimist konkreetsetes tingimustes.

5.4 Underwriters Laboratories (UL) ja Canadian Standards Association (CSA Group)

Lisaks sõltumatule organisatsioonile UL on CSA Group veel üks suur sõltumatu organisatsioon, mis asub Kanadas. Nii UL-kontrollmärkis kui ka CSA märgised toodetel kinnitavad, et esinduslik hulk tooteid on sertifitseeritud vastavalt kindlale standardile. Kuna mõlemad organisatsioonid viitavad tavaliselt samadele standarditele, on organisatsioonid CSA ja UL allkirjastanud vastastikuse mõistmise memorandumid, et lihtsustada ettevõtete sertifitseerimisprotsessi. See omakorda tähendab, et Põhja-Ameerika standarditele vastavad testid, kontrollid ja sertifikaadid on vastastikku tunnustatud. Nii CSA kui ka UL-i kinnitust saab taotleda võrdset. Järgnev ülevaade võtab näitlikult kokku sihtturud ja vastavad kontrollmärkisid.

		Sihtturg		
		USA	Kanada	USA & Kanada
Sertifitseerimisasutus	UL	 Seda kontrollmäärgist kasutab Ameerika testimiskeskus USA turu jaoks.	 Kanada turu kontrollmäärgis (c-logo vasakul küljel)	 Seda kontrollmäärgist kasutab Ameerika testimiskeskus USA ja Kanada turu jaoks.
	CSA	 Seda kontrollmäärgist kasutab Kanada testimiskeskus USA turu jaoks.	 Kanada turu kontrollmäärgis, mille on välja andnud Kanada testimiskeskus	 Kanada testimiskeskuse kontrollmäärgis USA ja Kanada turu jaoks

5.5 EPD Environmental Product Declaration



Nõuded jätkusuutlikele tootmisprotsessidele ning nõudlus keskkonnadeklaratsioonide järele arhitektide ja projekteerijate poolt kasvavad

pidevalt, kuna need on sageli aluseks ehitustoodete optimaalse kombinatsiooni üle otsustamisel.

Toote keskkonnadeklaratsioon erineb sellistest sertifikaatidest nagu näiteks UL-sertifikaat, kuna ettevõtet ja tooteandmeid ei hinnata, vaid need esitatakse kokkuvõtlikult vastavalt allpool kirjeldatud standarditele. EPD aluseks on rahvusvahelised standardid ISO 14025 ja EN 15804, mis ühelt poolt reguleerivad III tüübi keskkonnamäärgistuse aluseid ja meetodeid ning teisalt määratlevad ehitustoodest olenevalt vastava tootekategooria. EPD koostamiseks kasutatakse elutsükli hinnanguid ja need luuakse vastavalt standarditele DIN EN ISO 14040 ja 14044.

EPD-d ei võimalda mitte ainult hoonete elutsükli koostamist ja hoonete hindamist, vaid ka terviklikku projekteerimist. Juba projekteerimisetapis kasutavad arhitektid ja projekteerijad erinevate komponentide, ehitusmeetodite ja variantide võrdlemiseks EPD-sid ning saavad seega valida iga üksiku hoone jaoks ideaalse ehitustoodete kombinatsiooni.

Tänu materjalide, ehitustoodete ja komponentide EPD-dele saab nüüd kaasata ka ökoloogilisi aspekte hoonete jätkusuutlikkuse hindamisse. See puudutab eelkõige põhiteavet ehitise ökoloogilise kvaliteedi hindamiseks. EPD-des sisalduvad ulatuslikud ja üksikasjalikud elutsükli hindamise andmed ja teave on mõnel leheküljel standardvormingus kokku võetud. Tootmise ja käibelt kõrvaldamise faase võetakse arvesse elutsükli analüüsis.

Lisaks avaldatakse meie EPD-d Saksamaa Säästva Ehituse Nõukogu (DGNB) kaudu ja selles kontekstis kannavad nad DGNB määrgist. Seetõttu on rahvusvaheliselt tunnustatud EPD-d DGNB, BNB, BREEAM ja LEED hoonete sertifitseerimissüsteemide olulised nurgakivid.

5.6 Ohutuse seisukohalt oluliste elektrisüsteemide funktsioneerimise tagamine

Tulekahju korral peavad tähtsad tehnilised seadmed, nagu näiteks avariivalgustus, tulekahju-signalisatsioonisüsteemid või suitsuäratõmbesüsteemid, edasi töötama. Peale selle peavad teatud tehnosüsteemid tuletõrjeüksusi tulekahjude kustutamisel piisavalt pika aja jooksul toetama. Selleks et tagada elektrivarustus ning seega vastavate elektrisüsteemide toimepidevus tulekahju korral, tuleb paigaldistes kasutada spetsiaalseid kaableid ja paigaldussüsteeme.

Toimepidevuse seisukohalt olulisi tehnilisi rajatisi on vaja järgmiste hoonete ja rajatiste jaoks: haiglad, hotellid ja restorandid, korrusmajad, kogunemiskohad, ärihooned, suletud suured garaažid, metroorajatised, keemiatööstus, jõujaamad ja tunnelid. Neid ehitisi kasutab korraga palju inimesi, millest tuleneb kõrgendatud ohutusrisk inimeste kogunemiskohtadele. Teatud hoonete puhul tuleb tähelepanu pöörata ka vara- ja keskkonnakaitsele.

Toimimiskindla elektripaigaldise nõue on ehitusseaduse osa. Sealjuures puudutab toimepidevus ainult neid piirkon-

di, mida kasutatakse ohutuse seisukohalt oluliste elektrisüsteemide toiteallikana. Siia kuuluvad lisaks eelnevale ka näiteks signalisatsioonisüsteemid või automaatsed kustussüsteemid. Siin nõuavad eeskirjad, et energiavarustus peab ka tulekahju korral olema kindla aja jooksul tagatud.

5.7 Integreeritud toimetagamisega kaablisüsteemid

Standardi **DIN 4102 osa 12** kohase integreeritud toimetagamisüsteemi all mõeldakse paigaldussüsteemi (kaabliredelid, kaablirennid, kaabliklambrid jne) koos spetsiaalsete tulepüsiivate kaablite või juhtmetega. Toimetagamist peab tõendama sõltumatu materjalikontrolliasutus tulekatsetes. Sõltuvalt toimepidevuse ajalisest kestvusest omistatakse kaablisüsteemidele sellised klassifikatsioonid nagu **E30**, **E60** või **E90**. See dokumenteeritakse katsetunnistuses.

Praegu puudub ühtne Euroopa norm toimepidevuse kohta, kuid on olemas mõned riigisisese katse-eeskirjad, näiteks PAVUS Tšehhis. Kõige levinud ja tunnustatum on katsetamine standardi DIN 4102 osa 12 kohaselt. Praegu on väljatöötamisel ühtsed üleeuroopalised katsekriteeriumid.

E30

E60

E90

5.8 DIN 4102 osa 12: Sisu ja nõuded

DIN 4102 osa 12 määratleb standardsed paigaldussüsteemid koos vastavate paigaldusparameetritega. Lisaks on olemas nn kaablipetsiifilised paigaldusviisid, mis võimaldavad säästlikumaid lahendusi, nt pikendades tugedevahelisi kaugusi või suurendades lubatud kaablikoormusi.

Lisaks nõuetele elektrotehniliste ja mehaaniliste rakenduste kohta, viiakse täiendavalt läbi standardi DIN 4102 osa 12 kohased testid.

Lisateavet leiab raamatust “Juhised elektripaigaldiste tule-
tõkestuseks”

5.9 VDE 0100 Maandus: määratlus, standardid ja juriidilised nõuded

Heakskiidu saamiseks peavad kaablikandesüsteemid vastama standardile DIN EN 61537 „Renn- ja redelsüsteemid kaablite paigaldamiseks”. Üks osa standardist DIN EN 61537 punktis 11 – Elektrilised omadused – on samuti pideva elektrijuhtivuse tõendiks.

Seda, kas potentsiaaliühtlustusse tuleb kaasata kandesüsteem, on täpsustatud mujal. Vastavalt DIN VDE 0100 üldkohaldatavale tõlgendusele ei pea kaablikandesüsteemi potentsiaaliühtlustusse integreerima, kuna tavaliselt paigaldatakse kaableid millel on lisaks mantlile ka kaablisooone isolatsioon. Kuna VDE kohaselt sellist olukorda kus kahekordne isolatsioon saab vigastada ei saa tekkida, välistab topeltisolatsioon võimaluse, et rikke korral jääks kaablikandekonstruktsioon pingele alla.

Kui aga kaablikandekonstruktsioon on DIN VDE 0100 osa 410 kohaselt määratletud käeulatuses oleva kõrvalise juhtiva osana, tuleb see integreerida potentsiaaliühtlustusse. Selle tüüpilised näited on metallist valmistatud juhtmestiku või seadmekarbikud või vertikaaltrassid.

Kui kaablikandekonstruktsioonide peale või sisse paigaldatakse (ka) infotehnoloogia kaabeldus, tuleb kandekonstruktsioonid kaasata potentsiaaliühtlustusse.

Siis kehtib DIN EN 50174-2 „Infotehnoloogia. Sidekaablite paigaldamine. Osa 2: Paigaldamise planeerimine ja paigaldustavad hoonetes”. Pärast seda tuleb kandesüsteem integreerida potentsiaaliühtlustusse vastavalt punktile 5.3.3.2 „Elektrit juhtivate kaablite juhtsüsteemid” ja 5.3.3.3 „Elektromagnetiline varjestus”.

Ohutuse tagamiseks ja rikke korral rikkevoolude ohutu väljalülitamise tagamiseks soovib OBO üldiselt kaablikandekonstruktsioonid potentsiaaliühtlustusse integreerida.

5.10 Rahvusvahelised standardid

Rahvusvahelised standardid elektrotehnika valdkonnas võtab kokku IEC (International Electrotechnical Commission) kui rahvusvaheliste standardite juurutamise organisatsioon. Selles komisjonis on esindatud 173 riiki, kes teevad koostööd standardite ühtlustamise vallas.

Nendes riikides on omakorda riiklikud organid ja komisjonid, mis esindavad rahvuslikke huve. Näiteks DKE (Saksa Elektrotehnika Komisjon) on Saksamaal standardite väljatöötamise eest vastutav organisatsioon. See organisatsioon on IEC ja CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) liige.

Igal liikmesriigil on oma rahvuslik standardiamet ja võimaluse korral saadavad nad erinevatesse komiteedesse eksperdid rahvusvaheliste standardite väljatöötamiseks.

Rahvusvahelisele standardile tuginedes saavad need riiklikud komisjonid siiski kindlaks määrata kehtiva riikliku standardi kõrvalekalded. See tähendab, et võrreldes IEC standardiga võivad nõuded olla erinevad.

Riiklik asutus peab järgima teatud eeskirju. Oluline aspekt on see, et kõrvalekalded võivad tähendada ainult hetkel kehtiva

IEC standardi karmistumist. Nõuete pehmendamine või trivialiseerimine ei ole lubatud.

Siin on mõned näited riiklikest asutustest:

Saksamaa – Deutsche Kommission Elektrotechnik

Elektronik Informationstechnik (DKE)

Prantsusmaa – Union Technique de l'Électricité (UTE)

Ühendkuningriik – British Standards Institution (BSI)

Venemaa – Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (GOST)

USA – American National Standards Institute (ANSI)

USA riikliku standardimise eripäraks on tootjate ühendus, kes on esindatud alamkomiteena NEMA-s (National Electrical Manufacturers Association). See on sarnane DKE-ga Saksamaal.

Järgnev diagramm näitab seoseid lihtsustatult.

	Üldiselt	Elektritehnika	Telekommunikatsioon
Rahvusvaheline			
Piirkondlik tasand (nt Euroopa)			
Riiklik tasand (nt Saksamaa)			

5.11 EÜ vastavusdeklaratsioonid

Vastavusdeklaratsioon on kirjalik kinnitus vastavushindamisest, millega toote, teenuse osutamise või organisatsiooni eest vastutav isik esitab siduva deklaratsiooni ja kinnitab, et objektile on deklaratsioonil märgitud omadused.

Vastavusdeklaratsiooni sisule piiranguid ei ole. See tähendab, et toodete, protsesside, inimeste, ametikohtade või juhtimissüsteemide vastavust saab deklareerida.

CE-märgis tuleneb EÜ vastavusdeklaratsioonist ja on vastavusmärgis, mis näitab, et toode vastab Euroopa Liidu harmoniseeritud määrustele. See on kogu vastavushindamisprotsessi ja sellest tuleneva vastavusdeklaratsiooni nähtav tagajärg.

CE-märgis on seega „kujund“ ega kujuta endast lühendit.

CE-märgise kinnitab tootja alati selgelt nähtavalt, loetavalt ja püsivalt tootele või toote andmesildile. Kui see pole võimalik, saab selle lisada kas pakendile või saatedokumentidele.

Vastavusdeklaratsiooni ja sellest tuleneva CE-märgise koostamiseks tuleb pöörata tähelepanu mõningatele detailidele, mida tuleb kindlasti järgida. ELis asuv „**vastutav tootja**“ või tema volitatud esindaja kinnitab õiguslikult siduvat olemust ainuvastutusega.

- Vastavusdeklaratsiooni saab koostada ainult Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiviga.
- Liikmesriikide vaba turulepääsu käsitlevate õigusaktide ühtlustamine on kirjeldatud direktiivides.
- Vastavushindamise ja deklaratsiooni koostamise aluseks on harmoniseeritud normid ja standardid, mis kuuluvad vastava direktiivi alla.
- Tooteid ja muid teenuseid, mis kuuluvad normi või standardi alla ja mida ei ole direktiiviga ühtlustatud, ei tohi vastavusdeklaratsiooniga tõendada. Need tooted peavad olema sertifitseeritud tootja deklaratsiooniga, milles on nimetatud selle aluseks olev standard.

EL-i vastavusdeklaratsiooni nõutav sisu on täpsustatud EL-i üksikutes direktiivides. Teisest küljest ei puuduta see vormi ja välimuse nõudeid. Üldnõuded vastavusdeklaratsioonide sisule ja projekteerimissoovitused sisalduvad standardites EN ISO 17050-1 ja EN ISO/IEC 17050-2 ning Euroopa Komisjoni sinises juhendis.

6. EMÜ/varjestuse sumbuvus

6.1 Üldinfo	41
6.2 Magnetiline varjestuse sumbuvus	42
6.3 Kokkuvõte	43

6.1 Üldinfo

Võib juhtuda, et kaableid ja juhtmeid tuleb paigaldada elektromagnetiliste häiretega piirkondadesse.

Selliste elektromagnetiliste interferentsiväljade allikateks võivad olla näiteks elektriseadmete (mootorite) ja inverterite käivitamine, lülitustoimingud elektrisüsteemides või välguvoolud.

Olenevalt nende intensiivsusest, sagedusest ja kaugusest võivad need häireväljad põhjustada kaablites ja liinides häirepingeid ja häirevoolusid (Joonis 1, vasakul), mis kahjustavad ühendatud seadmete tööd või isegi hävitavad need.

Välguvoolud suure voolutugevusega (üle 200 kA) ja kiire tõusuga vähem kui 0,25 µs jooksul (vastab sagedusele 1000 kHz) kujutavad endast tugevaimaid häiringuvälju, mis muutuvad kiiresti.

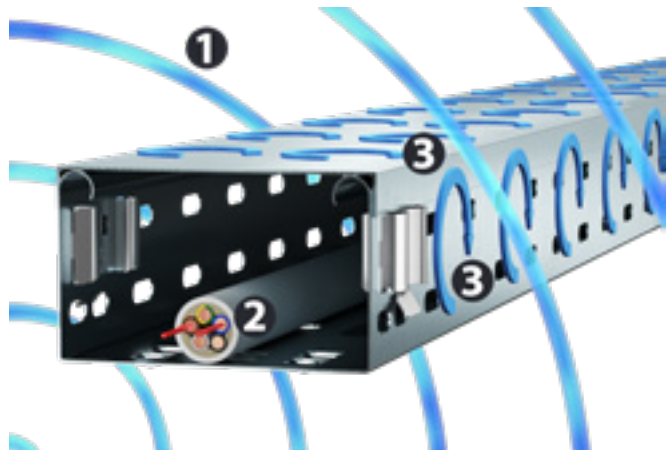
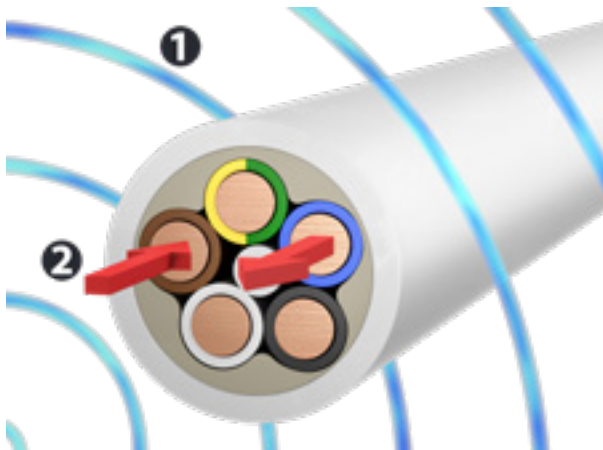
Elektromagnetiline häireväli koosneb üldiselt kahest erinevast väljast, elektriväljast ja magnetväljast. Kaitseks nende kahjuliku mõju eest nõuavad erinevad väljad ka erinevaid kaitsemeetmeid.

Elektromagnetiliste häirete eest kaitsmiseks on vajalik juhtivast materjalist eraldusriiul, mis tuleb integreerida potent-

siaaliühtlustusse ehk siis maandada. Olenevalt elektrilise häirevälja sagedusest piisab selleks juba ka võretaolistest eraldusseinest.

Magnetvälja poolt tekitatud häirete eest kaitsmiseks on vajalik igast küljest suletud ja juhtivast materjalist teostatud varjestus. Muutuv magnetväli tekitab selles varjestuses pöörivoolusid, mis neutraliseerivad nende põhjuse (induktsiooniseadus) ja loovad seega varjestuse alas häireväljadest vaba ruumi. Elektrit mittejuhtivad alad varjestuses, nagu pilud ja avaused, segavad pöörivoolude tekkimist ja vähendavad seega magnetilist varjestusefekti.

Suletud metallist kaablikandesüsteemid, mis on integreeritud potentsiaaliühtlustusse, nagu näiteks kaablirennid, pakuvad seega kaablitele optimaalset kaitset elektromagnetiliste häireväljadega piirkondades (joonis 1, paremal).



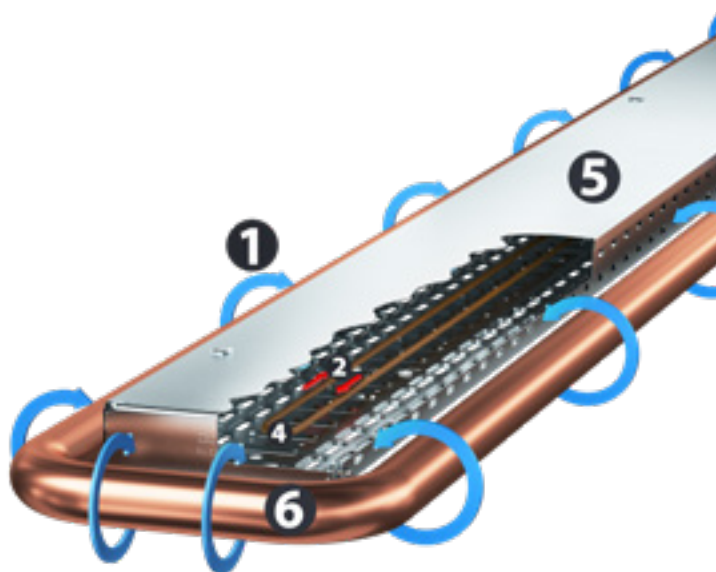
- ❶ Häireväli
- ❷ Indutseeritud häirevool
- ❸ Pöörivoolud

6.2 Magnetiline varjestuse sumbuvus

DIN CLC/TR 50659:2020-08 (VDE 0604-2-200) kirjeldab katsemeetodit kaablikandesüsteemide magnetilise varjestuse kaitsekindluse mõõtmiseks.

Magnetiline häireväli tekitatakse U-kujulise antenni abil, mille kaudu liigub valguvool, tõusuga umbes 8 µs jooksul. Selles paigutuses on keskel suletud juhiahel, mis koosneb kahest paralleelsest juhtmest.

Magnetiline häireväli tekitab juhiahelas häirevoolu (induktsiooniseadus). Katsestruktuuri põhimõtteline paigutus on näidatud joonisel 2.



- ❶ Häireväli
- ❷ Indutseeritud häirevool
- ❸ Pöörisvoolud
- ❹ Juhiahel
- ❺ Kaablikandesüsteem
- ❻ U-kujuline antenn

Magnetvarjestuse sumbumine (SE) on 20-kordne baaslogaritmi kaitsemeetmeteta häiresignaali (I_{ref}) ja kaitsemeetmega häiresignaali (kaablikandesüsteemid) (I_{sample}) suhtest, mis arvutatakse järgmiselt ning tähistatakse dB-s.

Magnetvarjestuse sumbuvus (SE) spetsifikatsioon 20 dB tähendab, et see kaitsemeede (kaablikandesüsteemid) vä-

hendab kaablite ja liinide häirevoolu 90%. 40 dB tähendab 99 % vähenemist.

$$SE (dB) = 20 \times \log \left(\frac{I_{ref}}{I_{sample}} \right)$$

6.3 Kokkuvõte

Potentsiaaliühtlustusse integreeritud suletud metallist kaablikandekonstruktsioonid vähendavad elektromagnetilise häirevälja poolt kaablis indutseeritud häirevoolusid ja häirepingeid võrreldes kaablite paigaldamisega lahtiselt või mittemetallilistesse kaablikandekonstruktsioonidesse. Suletud metallist kaablikandekonstruktsioonid pakuvad suurimat magnetvarjestuse sumbuvusust.

Perforeeritud (augustatud) kaablikandekonstruktsioonidel on ka kõrge magnetvarjestuse sumbuvus, kuid see väheneb perforatsiooni osakaalu suurenedes.

Selle tulemusena pakuvad korvrennid ja kaabliredelid ainult madalat magnetvarjestuse sumbuvusust. Kui kasutatakse avatud kaablite juhtsüsteeme (ilma kaanteta), väheneb vastavalt magnetvarjestuse kaitsekindlus.

Tabel annab ülevaate erinevate kaablikandekonstruktsioonide magnetvarjestuse sumbuvusdest.

Kaablikandekonstruktsiooni variandid	Kinnine (kaanega)	Lahtine (ilma kaaneta)
Ilma perforatsioonita/ aukudeta	40 dB (99 %)	25 dB (94 %)
15 % perforatsioon/avad	30 dB (97 %)	20 dB (90 %)
28 % perforatsioon/avad	25 dB (94 %)	15 dB (82 %)
Kaabliredel	18 dB (87 %)	11 dB (72 %)
Korvrenn	14 dB (80 %)	7 dB (55 %)

Erinevate kaablikandesüsteemide magnetvarjestuse sumbumine (häirevoolu vähendamine %)

7. Meie kasutajatugi Teie projektile

7.1 OBO Academy: Põhialustest kuni konkreetse rakenduseni välja	45
7.2 OBO Construct – projekteerimistarkvara ja toote konfiguraatorid	46
7.3 OBO klienditeenindus	47

OBO Academy

Põhialustest kuni konkreetse rakenduseni välja

OBO Academy on juba aastaid pakunud ulatuslikku koostisportfelli. „Teadmistest tulenev edu“ pole siin lihtsalt loosung, vaid lubadus: vahetu teabe, praktilise asjakohasuse ja ekspertteadmistega aitame osalejatel saada otsustava teadmiste eelise. Oma seminaridel, projekteeerijate teabepäevadel või webinaridel tutvustame Teid praeguste arengute, suundumuste, standardite ja eeskirjadega.

Olgu seminarid, projekteeerijate teabe-

päevad, webinarid või individuaalne nõustamine – OBO Academy poolt pakutavad koostised on terviklikud, tulevikku suunatud ja vastavad alati osalejate vajadustele.

Aktuaalsed kuupäevad, kõik seminarid ja võimalus registreeruda otse aadressil **www.obo.ee**



OBO ACADEMY
Connect to knowledge



OBO Construct

Projekteerimistarkvara ja toote konfiguraatorid

Projekteerige OBO Constructiga elektripaigaldisi kiiremini ja lihtsamalt kui kunagi varem: OBO Construct on võimsate projekteerimistööriistade kogum, mis töötati välja spetsiaalselt elektriseadmete paigaldajatele ja projekteerijatele. OBO Construct pakub tuge toote konfigureerimisel, pakub õigete süsteemide valikuabi ja genereerib automaatselt vastava tootenimekirja.

Tarkvara võimalikult kasutajasõbralikuks muutmiseks kohandatakse seda pidevalt ja optimeeritakse selle funktsionaalsust.



OBO Construct eelised:

- Sõltumata ajast ja kohast, saab käivitada mis tahes lõppseadmest
- Sobivad tooted leiate kiiresti ja lihtsalt
- Automaatne koguse arvutamine
- Projekti loomine: Väga lihtsalt saab luua projekte koos konfiguratsioonidega ning detailsema projekteerimise jaoks lisada hooneid ja kasutusüksusi
- Lihtsalt salvestage projekt ja jätkake selle kallal töötamist hiljem
- Dokumente, nagu vastavusdeklaratsioonid, töötehed või üksikasjalikud materjalide loetelud, saab isikupärastada teie enda andmetega

Lisateavet leiate veebisaidilt
www.obo-construct.de

Hetkel saadaolevad versioonid:

- KTS AutoCADi lisandprogrammi versioon 3.0 (AutoCADi täisversioon aastast 2013)
- KTS Cablefilling versioon 3.0 (Windows)
- UFS projekteerimisversioon 3.0 (veebirakendus kõigile seadmetele)
- TBS maandussüsteemide versioon 1.0 (veebirakendus kõigile seadmetele)
- BSS tuletõkkmaterjalide valikuabi, versioon 2.5 (veebirakendus, iOS-i ja Androidi rakendus)
- TBS liigpingekaitse versioon 1.0 (veebirakendus)



OBO klienditugi & kontaktid

Meie klienditeeninduse kontaktid leiate:

+372 6519870

E – N
kell 8:15 – 17:00

Reede
08.15 – 16.00

info@obo.ee



Koolitus



Teenindus



Käitlemine



Sertifitseerimine

OBO koolitused

- Seminarid ja töötoad
- Kohapealsed nõustamised ja koolitused
- Projekteerijate teabepäevad
- Webinarid

Teenindus – OBO aitab edasi

Kõikjal ja igas projektifaasis:

- Pädev teabeliin
- Toote- ja süsteemiteave digitaalselt või trükituna
- Valimis- ja projekteerimisjuhised rakendustena veebis, CAD-rakendusena või trükituna
- 2D- ja 3D-tooteandmed projekteerimiseks
- Välisesindused, filiaalid ja tütar-ettevõtted 60 riigis
- Inseneriteenused suurprojektide jaoks

Käitlemine – OBO pakub usaldusväärset tarnet

Optimeeritud tarneprotsessid:

- Usaldusväärne logistika
- Transport ja pakendamine
- Pakkematerjali käsitlemine ja utiliseerimine

Sertifitseerimine ja garantii

OBO tagab turvalisuse. Meie tooted täidavad erinevatele riikidele omaseid tähtsamaid tingimusi:

- Vastavus (nt. IEC, VDE, CE, KEMA, KEUR, UL)
- Sertifitseerimine (nt. DIN EN, DGNB)
- 5-aastane garantii liigpingepiirikutele
- Garantiiahaldus

OBO Bettermann Eesti OÜ

Läike tee 20
75312 Peetri, Rae vald
EESTI

Eesti klienditeenindus

Tel: +372 6519 870
Fax: +372 6519 878
info@obo.ee
www.obo.ee

© OBO Bettermann 04/2026 EE

Building Connections

